



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT AGRICULTURE



UMR **Innovation**
Montpellier
SupAgro - Inra - Cirad



Document de travail UMR Innovation/SPAD

Analyse de l'impact de l'adoption de l'agriculture de conservation pour les exploitations agricoles du Moyen ouest du Vakinankartra.

2013

Liliane Voahanginambinina, ESSA Université Antananarivo.

Hanitriniaina Mamy Razafimahatratra FOFIFA, Antananarivo

Eric Penot, CIRAD UMR INNOVATION

Résumé

Une étude concernant l'analyse de l'impact de l'adoption potentielle de nouveaux systèmes SCV (maïs + niébé + mucuna + crotalaire//riz, riz + *Arachis*// maïs + *Arachis*, maïs + vigna//riz + résidus) sur le revenu des exploitations agricoles a été réalisée dans le Moyen Ouest de Vakinankaratra. L'impact de ces trois systèmes sur le revenu agricole de 19 exploitations agricoles a été comparé à celui apporté par le mode conventionnel de culture et le système à base de *Stylosanthès*. Une modélisation prospective de ces 4 scénarii par le logiciel olympe a été réalisée en se basant sur la situation réelle de l'exploitation. Une simulation progressive de remplacement de la surface totale sur *tanety* par ces quatre systèmes a été réalisée à raison de 10% par an. La performance de chaque système ainsi que ses impacts sur le revenu dépendent de la structure réelle des exploitations. Le revenu agricole peut augmenter ou diminuer en fonction du type et de la stratégie de l'exploitation. L'augmentation peut atteindre 50% et plus pour les systèmes à base de légumineuses volubiles quelque soit les types d'exploitation. Les systèmes avec *Arachis* et *stylosanthès* ne sont pas performants. Pour les exploitations à surfaces réduites le revenu agricole net après adoption des nouveaux systèmes SCV est inférieur à celui obtenu en système conventionnel. Au contraire, les exploitants possédant une surface agricole moyenne à élevée (> 3ha), obtiennent un revenu plus élevé en SCV.

Mots clés : Plante de couverture, simulation, *tanety*, *Stylosanthès*, modélisation EA

Abstract

A study on the analysis of the impact of the potential adoption of new CA (Conservation agriculture)

systems (maize + cowpea + mucuna + crotalaria / / rice, rice + *Arachis* / / maize + *Arachis*, maize + cowpea / / rice + residues) on income farms was conducted in areas of the Middle Weast Vakinankaratra. For this, the impacts of these three systems on agricultural income of 19 farms were compared to that provided by conventional cultivation method and system based on *Stylosanthès*. A prospective modeling of these four scenarios by the "Olympe" software has been performed based on the actual situation of the holding. A gradual replacement simulation of the total area on which these four systems *tanety* was conducted at 10% per year. The performance of each system and its impacts on income depend on the actual structure of farms. Farm income may increase or decrease depending on the type and operation strategy. The increase can reach 50% or more for systems based twining legumes whatever types of income farm. Systems with *Arachis* and *Stylosanthès* are not performing. For farms with reduced net farm income after adoption of the new DMC systems surfaces is less than that obtained by the conventional system. Instead, farmers with a high average agricultural area (> 3 ha), get a higher income DMC.

Keywords: Cover crop, simulation, *Tanety*, *Stylosanthès*, farm modeling

INTRODUCTION GENERALE

Dans les pays tropicaux en voie de développement, les systèmes de production agricoles traditionnels entraînent un épuisement des sols que les faibles apports d'engrais ne peuvent pas compenser. Cette situation, parfois dramatique, conduit à une baisse sensible des rendements agricoles et, par conséquent, à un effondrement des revenus des paysans. De plus, la croissance démographique exponentielle à laquelle nous assistons aujourd'hui, se traduit par une pression foncière de plus en plus forte ne permettant pas aux paysans de subvenir à leurs besoins alimentaires (AFD et al., 2008).

Madagascar est un pays agricole où près de 80% de la population est rurale (AFD, 2006), impliquée dans la production agricole, essentiellement rizicole. De fortes contraintes existent au niveau des facteurs de production que sont la terre, le capital et le travail. Au niveau du facteur terre, les paysans ont généralement des problèmes fonciers du fait de la saturation des zones de bas fond et l'obligation de l'exploitation des *tanety*¹. Pour le facteur capital, les paysans ont généralement des revenus faibles inférieurs au seuil de pauvreté 1,25 \$ par jour (Banque mondiale, 2012) et un accès limité au crédit agricole.

Il apparaît alors nécessaire d'explorer les techniques qui permettent une agriculture pluviale durable telle que l'agriculture de conservation, techniques adoptées au cours des trois dernières décennies principalement en Amérique du Sud et du Nord et en Australie. Elles ont émergé de façon indépendante des systèmes nationaux de recherche et de vulgarisation mais essentiellement sur des exploitations mécanisées de grande superficie et à capital élevé. Ces changements techniques sont toutefois plus difficiles à mettre en œuvre dans les pays en voie de développement dans le cadre d'une agriculture familiale non mécanisée et à faible niveau de revenus, de par la nature de l'appareil de production et des déterminants des pratiques des exploitations: taille réduite des exploitations, stratégies d'autosubsistance, prise de risque limitée, économie de ressources. Dans ces situations, la technique d'agriculture de conservation doit viser, d'une part, l'amélioration de l'accès des adoptants potentiels aux autres formes de capital (foncier, financier, humain/social) en complément au capital technique, et, d'autre part, une intervention sur l'environnement spatial et économique des exploitations : aménagement du territoire et filières agroalimentaires. L'amélioration et la stabilisation de la production agricole des petits agriculteurs du Sud font partie des principaux enjeux de la recherche agronomique internationale.

Madagascar est l'un des terrains où les techniques d'agriculture de conservation en agriculture familiale tropicale ont été expérimentées depuis 1995 sur financement AFD et avec l'aide du CIRAD. A partir de 2003, la diffusion et l'expérimentation sur les SCV au Lac Alaotra ont été intégrées au projet de développement des bassins versant BVLac. En 2008, le projet BVPI-SE/HP (Sud Est et Hauts Plateaux) a diffusé le système SCV dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra initialement lancé avec l'opérateur FAFIALA. Il a été nécessaire de mettre en place dès 2008 une approche « exploitation » pour mieux prendre en compte les réalités socio-économiques et faciliter la diffusion de nouvelles techniques.

¹ Tanety-terme malgache qui désigne les collines

Les SCV constituent une nouvelle approche de l'agriculture qui permet de s'affranchir du labour avec des effets à court-moyen terme sur l'arrêt de l'érosion, l'amélioration de la fertilité des sols et la stabilisation, voire l'augmentation des rendements même sur des terres réputées incultes. C'est une innovation qui met en œuvre trois grands principes correspondent parfaitement à la définition de la FAO 2010 au niveau de la parcelle: absence de travail du sol pour ne pas perturber la partie superficielle du sol où s'accumule la biomasse, couverture végétale permanente du sol durant toute l'année que le sol soit cultivé ou non, des successions ou rotations culturales judicieuses en association avec des plantes de couverture améliorantes type légumineuses pour améliorer la fertilité et structurantes type *Brachiaria* ou autres pour remplacer le labour (SEGUY Lucien, 2006).

La présente étude s'est déroulée dans le cadre du programme de l'URP/SCRiD (Unité de Recherche en partenariat Système de Culture et Riziculture Durable). Le GSDM est l'organisme d'accueil et financeur de l'étude. L'étude s'inscrit dans les activités du thème 6 intitulé « Transfert des savoirs et des savoir-faire dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra et Alaotra », mis en œuvre par URP SCRiD /FOFIFA dans le cadre du marché GSDM. Cette étude a été menée au Moyen Ouest de Vakinankaratra où la diffusion des SCV a été assurée par l'opérateur FAFIALA depuis 2005. Cette zone ayant un vaste relief dominé par les *tanety*. Les SCV apportent potentiellement un certain nombre de réponses aux contraintes spécifiques de cette région dont la faible fertilité des sols, l'intensité de l'érosion sur les pentes et l'infestation des parcelles par le « Striga ».

Des études concernant les stratégies paysannes autour de l'adoption des SCV ont été déjà réalisées par (Julie Sorèze et al. 2010) dans le but de comprendre les dynamiques en cours et les problèmes éventuels puis par (JEREMIE de Charentenay, 2011) sur l'évaluation socio-économique de l'adoption de techniques SCV sur le revenu des agriculteurs et l'impact de l'adoption des SCV. Ces 2 études ont été réalisées sur un échantillon de paysan ayant adopté les SCV, suivi et encadré par l'opérateur Fafiala. L'étude de QUIENNEC Marie suivi de celle de RAZAFIMAHATRATRA Mamy (2013) a permis de caractériser les exploitations sur une base plus large incluant des paysans non adoptants afin d'obtenir une image plus représentative de l'ensemble des exploitations agricoles de la région.

Les agriculteurs encadrés par Fafiala dans la zone d'étude utilisent principalement un seul système de culture SCV basé sur une couverture de *Stylosanthès* avec des cultures de riz et de manioc ou maïs. Ce système implique une année de jachère tous les deux ou trois ans, ainsi qu'une année de jachère améliorée au moment de démarrage de la rotation. C'est une des principales raisons de non adoption de la technique par les agriculteurs. Un seul système de culture ne peut pas répondre à toutes les contraintes rencontrées par diverses catégories de paysans. La mise en place des systèmes SCV sous la forme : **A0** : culture principale associée au *Stylosanthès* / **A1** : jachère de *Stylosanthès* / **A2** et années suivantes cultures principales sur couverture sèche de *Stylosanthès* ne fonctionne que sur les terrains fertiles à moyennement fertiles. Sur les parcelles très appauvries, le *Stylosanthès* nécessite plus de deux ans pour se développer (SOREZE Julie et al. 2010). D'après les dires paysans et celles des études antérieures, l'implication de l'année de jachère, le non rachat des semences de *stylosanthès*, la non maîtrise des ennemis de culture notamment par les rongeurs, le coût de

décapage assez élevé constituent des facteurs de blocage pour l'adoption du système. A partir de 2010, d'autres systèmes à base de plante de couverture pérenne d'*Arachis pintoï*, et de légumineuses volubiles *Dolichos*, *Vigna* et d'autres plantes comme le mucuna et le crotalaire, ont fait l'objet de recherche et de démonstration par le GSDM. Ces systèmes n'ont pas été encore diffusés dans la zone. D'où la problématique : « l'adoption de ces nouveaux systèmes SCV permet-elle d'augmenter le revenu des exploitations agricoles par rapport aux systèmes conventionnels et au système à base de *Stylosanthès* ? »

Suite à la caractérisation des exploitations agricoles et à l'analyse des sources de revenus (Partie 1 du résultat), l'étude cherche à savoir si ces nouveaux systèmes SCV sont potentiellement intéressants pour les paysans et pour tous les types d'exploitation. Pour cela, une analyse prospective pour simuler l'adoption partielle et générale de ces systèmes et voir les impacts sur les revenus par type d'exploitation (partie 2 du résultat) a été réalisée.

Deux hypothèses ont été émises pour bien cadrer l'étude :

Hypothèse 1 : Les nouveaux systèmes proposés procurent un revenu plus élevé par rapport au système SCV à base de *Stylosanthès*.

Hypothèse 2 : L'adoption des nouveaux systèmes SCV permet de stabiliser et éventuellement d'augmenter le revenu agricole des EA.

Cette partie introductive sera suivi successivement par les matériels et méthodes, les résultats et interprétations, et enfin les discussions et recommandations.

PARTIE I : MATERIELS ET METHODES

I. Matériels

I.1 Zone d'étude

I.1.1 Localisation géographique

L'étude a été effectuée au niveau de 4 communes du Moyen Ouest de Vakinankaratra à savoir Vinany, Ankazomiriotra, Fidirana du district de Mandoto et Inanantonana du district de Betafo. Les communes de Vinany et Ankazomiriotra sont traversées par la route nationale (RN 34). La présence de cette route est un grand atout pour les paysans, car celle-ci leur permet de se connecter directement à la grande ville Antsirabe pour écouler leurs productions et pour s'approvisionner en intrants. Ce n'est pas le cas pour les deux autres communes qui sont un peu enclavées. La présence des collecteurs y est nécessaire. Ces intermédiaires ne permettent pas aux agriculteurs de vendre leur production au meilleur prix étant donné que les collecteurs prennent une marge importante, cependant les coûts de transports et l'impossibilité de stockage suppriment toute autre alternative.

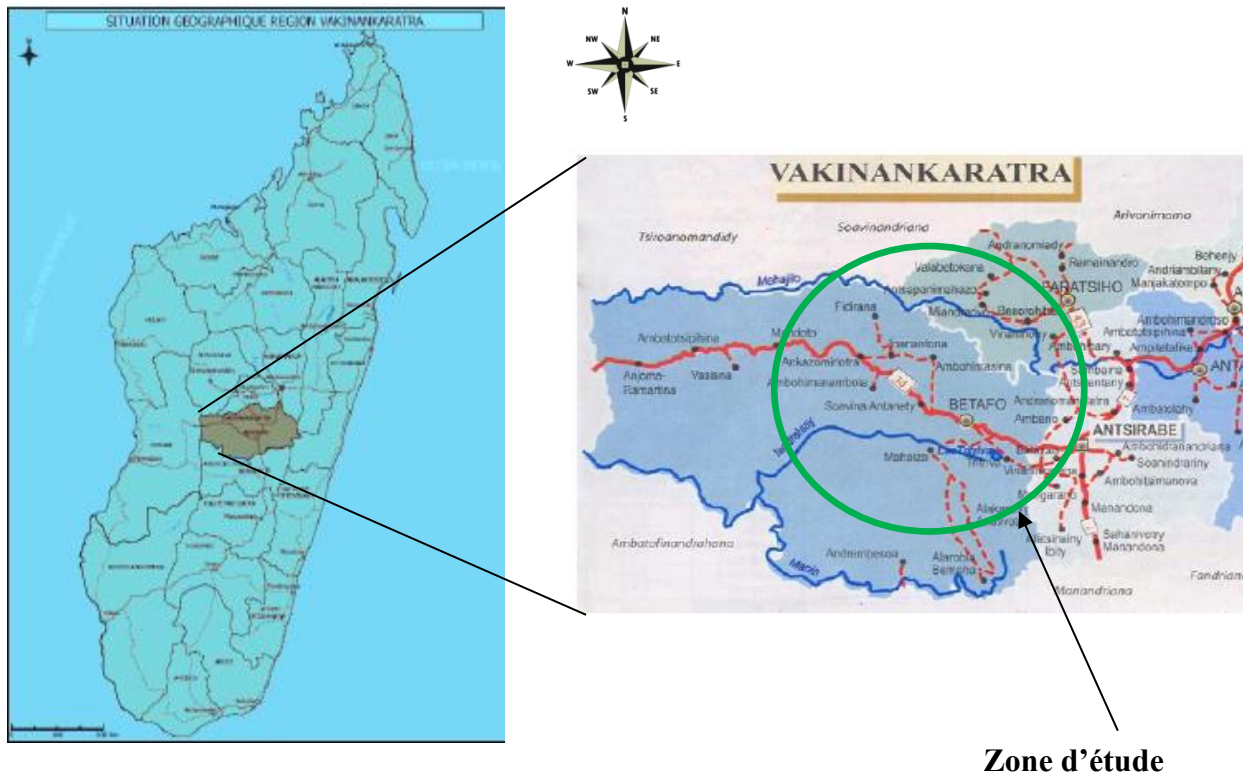


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

Source : FTM

Contexte pédo-climatique

La région est caractérisée par un climat de type tropical d'altitude marqué par deux saisons bien distinctes

- une saison sèche et fraîche, de mai à septembre, avec une précipitation faible de l'ordre de 90mm et une température moyenne mensuelle de 11-12°C.
- une saison chaude et humide, d'octobre à avril, marquée par des précipitations abondantes. La pluviométrie moyenne pendant l'été dépasse 1200 mm et les températures moyennes mensuelles varient entre 19-20°C. La température maximale peut atteindre 32°C.

La température moyenne annuelle est de 16°C avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1400 mm (RAKOTOMAMPIONONA Andrianaly Ny Ando, 2013). Le Moyen Ouest est caractérisé par de sols acides, rouges, moyennement différenciés, à fertilité moyenne et ayant un problème lié à leur dureté. L'altitude du district est en moyenne de 1250m. Le relief est généralement caractérisé par l'abondance de vaste *tanety* entaillée de *lavaka*.

I.2 Contexte agronomique

Les pratiques agricoles sont peu intensives. Le coût (2500 Ar/J en moyen) et la disponibilité de la main d'œuvre incitent les agriculteurs à utiliser des employés temporaires pour les pics de travaux (récolte, semis) ou permanents (bouvier ou ouvrier agricole permanent). D'autre part les exploitations comptent en général 1 à 2 actifs familiaux permanents. Les enfants, tous

scolarisés, ne participent que très peu aux travaux agricoles (seulement durant les vacances). La main d'œuvre agricole temporaire provient d'agriculteur possédant des exploitations de faible taille qui ne leur permette pas d'assurer un revenu suffisant. Les ouvriers permanents le sont souvent dans la perspective d'accès à des terres. Au niveau matériel agricole, tous les labours sur *tanety*, et la majorité des travaux en rizières irriguées ou RMME se font en traction animale (JEREMIE de Charentenay, 2011).

I.3 Contexte socio-économique

Dans le monde rural, outre le revenu agricole des exploitants agricoles défini comme la valeur de leur production agricole, la diversification des activités génératrices de revenus procure aussi des revenus extra agricoles pour les ménages. Les paysans font des activités non agricoles après la période de récolte jusqu'au moment de la préparation de la campagne suivante (mois d'avril à octobre). D'ailleurs la diversification des sources de revenu constitue une des caractéristiques des ménages ruraux (NAUDE Yùnez- et al., 2001).

I.4 Typologie des exploitations agricoles dans le Moyen Ouest

S'inspirant des études de RAZAFIMAHATRATRA Mamy et al. ,(2013), une typologie structurale des exploitations agricoles a été établie selon les trois critères suivant :

- Surface en rizière irriguée (RI) par personne à charge du ménage
- Surface en *tanety*
- Présence ou non de la diversification du revenu de l'exploitation par les activités « off farm » et/ou par l'élevage

Le tableau qui suit montre les différents types d'exploitations agricoles présents dans le Moyen Ouest de Vakinankaratra.

Tableau 1: Typologie des exploitations agricoles enquêtées

Surface RI/personne à charge	Surface de <i>tanety</i>	Diversification du revenu	
		off farm	Elevage
1 : <0,1ha	11 : <3 ha	111 : <1000 Kar	1111 : sans
			1112 : avec
		112 : >1000 Kar	1121 : avec
	12 : >3ha	121 : <1000 Kar	1211 : sans
			1212 : avec
		122 : >1000 Kar	1221 : sans
			1222 : avec
2 : >0,1ha	21 : <3ha	211 : <1000 KAr	2111 : sans
			2112 : avec
	22 : >3ha	221 : <1000 KAr	2211 : sans
			2212 : avec
		222 : >1000 KAr	2221 : avec

Le type 212 n'existe pas dans la typologie déjà établie en 2010.

I.5 Les différents systèmes utilisés

Cinq systèmes ont été utilisés lors de la modélisation :

- Témoin absolu avec système conventionnel ou Ta
- Témoin avec système à base de *Stylosanthès* ou Ts
- Système S1 : Riz + *Arachis pintoï*/maïs + *Arachis pintoï*
- Système S2 : Maïs + niébé + mucuna dérobé +crotalaire dérobé// RIZ
- Système S3 : Maïs + *Vigna umbellata* // RIZ

Ta ou Témoin absolu avec système en mode conventionnel

Le système en mode conventionnel est le système pratiqué réellement par les paysans.

Ts ou Témoin avec stylosanthès

L'installation de maïs + *Stylosanthès* en année zéro de préparation des SCV permet une bonne implantation du *Stylosanthès* mais en général il se peut qu'il y a une forte compétition entre les 2 plantes. Il est préférable de laisser le *Stylosanthès* se développer et produire une forte biomasse. A la deuxième année, le décapage de *Stylosanthès* est nécessaire et ceci se fait tous les 3ans. Le riz est donc planté sur une couverture morte de *Stylosanthès*. L'année suivante, il est possible de cultiver le maïs dans les jeunes pousses de *Stylosanthès* qui se sont développées sous le riz, par ressemis naturel des graines. Pour la jachère améliorée, il est préférable d'installer du maïs à faible densité dans le *Stylosanthès* à raison de 10 kg/ha de semence. La rotation de système se fait comme suit : A0 : *Stylosanthès*//A1 : riz + couverture morte de *Stylosanthès*// A2 maïs + *Stylosanthès*//A3 jachère stylo //A4 riz + *Stylosanthès*. C'est une rotation triennale. Les semences de riz et de maïs sont respectivement de 60kg/ha et 80kg/ha. (HUSSON Olivier et al., 2008)

S1: Riz + *Arachis pintoï*//maïs + *Arachis pintoï*

La plante de couverture est installée un peu en avance par rapport à la culture principale. Au démarrage du système SCV, le travail de sol est nécessaire. A la 1^{ère} année d'adoption, le maïs est installé sur une ligne entre les plantes de couverture. Le contrôle de la plante de couverture se fait une à deux semaines avant la date de semis. Le riz est ensuite semé à raison de 60kg/ha à la deuxième année.

S2 : Maïs + niébé + mucuna dérobé +crotalaire dérobé// RIZ

Le maïs et le niébé sont semés en même temps à raison de 80kg/ha, ensuite viennent en culture dérobée le mucuna et le crotalaire à la dose de 5kg/ha. Ces deux plantes constituent une couverture vivante pour les cultures principales (maïs + niébé). Au moment de la récolte de maïs, les résidus ainsi que les plantes de couvertures sont laissés sur les parcelles et serviront de *mulch* pour le riz suivant. Le système se fait en rotation biennale.

S3 : Maïs + *Vigna umbellata* // RIZ

Le maïs et la vigna sont semés en même temps en raison de 80 kg/ha Les résidus de maïs avec le *Vigna umbellata* ou « Tsiasisa » servent de paillis pour la culture de riz suivant. La rotation se fait comme suit: riz avec labour en début de système SCV//maïs + vigna + résidus de riz//riz+ résidus de maïs + vigna. C'est une rotation biennale.

Ce sont ces 4 systèmes qui sont entrés dans la simulation à divers degré d'adoption à l'échelle de l'exploitation agricole en fonction des surfaces *tanety* disponibles à l'aide du logiciel Olympe (cf. Annexe 1).

II. Méthodes

II.1 Les exploitations enquêtées

Dix neuf exploitations ont été enquêtées dont 14 appartiennent au réseau de ferme de référence ou RFR. (cf. Annexe 2) et cinq en dehors. Ce RFR représente les différents types d'EA de la typologie précédente. Les exploitations agricoles enquêtées ont été choisies de manière aléatoire parmi les 7 types identifiés auparavant (cf. tableau 1). Le tableau suivant présente la correspondance avec la typologie et le nombre d'échantillons enquêtés par catégorie.

Tableau 2 : Nombre d'échantillon par catégorie.

Catégorie	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Correspondance avec la typologie	111	112	121	122	211	221	222
Nb d'échantillons	4	3	1	2	4	3	2

Les EA sont codifiées selon leur nom suivi de leur catégorie.

Tableau 3 : Liste des échantillons

EA	Type	Commune	EA	Type	Commune
Gr_T1	T1	Vinany	Ab_T5	T5	Ankazomiriotra
Be_T1	T1	Ankazomiriotra	Rd_T5	T5	Fidirana
Ro_T1	T1	Vinany	Ve_T5	T5	Ankazomiriotra
Yv_T1	T1	Vinany	Bl_T5	T5	Vinany
Je_T2	T2	Vinany	Al_T6	T6	Inanantonana
Er_T2	T2	Ankazomiriotra	Is_T6	T6	Inanantonana
Pa_T2	T2	Vinany	Fa_T6	T6	Ankazomiriotra
Mo_T3	T3	Fidirana	El_T7	T7	Inanantonana
Co_T4	T4	Inanantonana	Ts_T7	T7	Ankazomiriotra
Ar_T4	T4	Inanantonana			

Les résultats de l'enquête vont constituer une base de données que les opérateurs de diffusion ou bien même les acteurs de développement peuvent utiliser pour leur projet d'avenir.

II.2 Enquêtes complémentaires de terrain

Les enquêtes complémentaires auprès des exploitations ont eu pour objectif de collecter des nouvelles données concernant les 5 nouvelles exploitations agricoles complémentaires en dehors du réseau de ferme de référence et d'affiner des données manquantes sur les exploitants cibles (cf. Annexe 3).

II.3 Restitution-validation des résultats au niveau de focus groupes

Un premier jet de résultats de la modélisation a été restitué via un focus groupe dans les communes de Ankazomiriotra, Vinany et Inanantonana ayant les plus d'EA choisies telles. Les rotations et assolements pratiqués réellement au niveau paysan, les différents rendements, produits et charges pour les grands systèmes de culture ainsi que des recoupements d'idées des paysans concernant l'adoption de ces systèmes proposés ainsi que de système à base de *Stylosanthès* ont été discutés. Le résultat du focus groupe (cf. Annexe 4) a permis un calibrage des modèles en prenant en considération les stratégies des EA. Quelques recommandations concernant les innovations techniques générales ont été proposées aux participants.

II.4 Traitements des données : Convention de modélisation des exploitants agricoles

Les données collectées ont été traitées avec les logiciels Olympe et Excel. La modélisation des exploitations du RFR sélectionnées a été réalisée avec le logiciel Olympe, sous formes de différents scénarii basés sur les niveaux d'adoption des nouveaux systèmes SCV. La modélisation s'effectue sur une durée à moyen terme de 10ans. Pour chaque exploitation type, la simulation a comporté :

- une variante non SCV avec des conduites standards non SCV, stables sur dix ans représentée par la situation de chaque exploitation.
- puis une variante SCV avec des conduites standards SCV avec labour pour la première année, suivi d'ITK SCV en année 1 et plus, sans labour pour les années suivantes.

Les données globales d'exploitation (*off farm*, nombre d'UTH, autoconsommations, dépenses du ménage) restent inchangées. Le coût des charges (engrais, semences, phytosanitaires, main d'œuvre) et le prix de vente des produits sont constants sur 10 ans. Ces coûts et produits sont ceux de la campagne 2012-2013 (cf. Annexe 5). Les mains d'œuvre sont considérées comme salariales.

Pour chaque exploitation agricole deux types de scénarii ont été envisagés et comparés par rapport au système en mode conventionnel:

- Scénario avec adoption de SCV à 50% de SAU sur *tanety*
- Scénario avec adoption de SCV à 100% de SAU sur *tanety*

Pour la modélisation, les systèmes adoptés sont tous à base de riz pluvial avec utilisation de variétés améliorées résistantes au *Striga* (Nerica 9 et 13). Par convention, le riz est considéré en culture pure.

II.4.1 Situation actuelle ou système conventionnel

Le scénario situation actuelle est ce que l'exploitation agricole fait réellement. Tous les systèmes actuellement sont en mode conventionnel.

II.4.1.1 Rotation et assolement adoptés

La rotation culturale prise en compte est basée sur la rotation conventionnelle sur 7ans pour les exploitations agricoles ayant une surface sur *tanety* assez élevé (taille > 3ha) : Riz pluvial// manioc ou pois de terre ou arachide// maïs ou soja// manioc (1an)// jachère (3 à 4 ans) ou sur 4ans pour les exploitations agricoles qui ont peu de *tanety* : manioc ou pois de terre// riz pluvial//arachide//maïs ou soja. La durée de la mise en culture ainsi que celle de la jachère n'a pas été très définie et cela varie d'une exploitation à une autre en fonction de la surface totale sur *tanety*. Le maïs et le manioc seuls peuvent être semés ou plantés en culture pure (Exemple de rotation et assolement, cf. Annexe 6).

II.4.1.2 Rendement, intrants et prix utilisés dans la modélisation

Les rendements ainsi que les intrants utilisés dans la modélisation ont été ceux obtenus par les travaux antérieurs de RAHARISON Tahina (2011) et les propres enquêtes, ajustés selon les dires paysans pendant les séances de focus groupes (cf. Annexe 7).

II.4.2 Scénario avec adoption à 50% de SCV

Pour ce scénario, 50% de la SAU sur *tanety* sera changée progressivement à raison de 10% par an de la surface totale en système SCV. Les 4 systèmes SCV ont été testés un à un au niveau de chaque exploitation agricole. Le rendement, ainsi que les produits et charges ne varient pas au cours de temps. Seule la surface agricole sur *tanety* a été changée. Les itinéraires techniques utilisés ont été basés sur la recherche en cours effectuée sur le site de GSDM. Les rendements, les produits et charges utilisés sont issus des données sur le site complétés par des résultats du document de travail du projet BVPI SE/HP (RAHARISON Tahina, 2011).

Les simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel Olympe. Les différentes cultures sur *tanety* vont être changées progressivement. L'ordre de changement dépend de la stratégie des exploitations : prioriser la production de valeur d'usage ou de marchandise pour la vente. Celles qui ont intérêt à la valeur d'usage des différentes cultures adoptent la stratégie riz dont l'ordre étant comme suit riz-maïs-soja-pois de terre-arachide-manioc. Celle-ci a été pratiquée par les EA faisant l'atelier élevage porcin dont le manioc tient une grande importance pour l'alimentation. Pour les autres qui priorisent la production de marchandise, (à stratégie manioc), le changement commence par les productions les moins rentables : manioc-pois de terre-soja-arachide- maïs-riz pluvial. Ces deux stratégies vont être utilisées dans le reste du document.

II.4.3 Scénario idéal ou adoption à 100% SCV

Le scénario idéal concerne la mise en valeur de toutes les surfaces de *tanety* en systèmes SCV. Dans la réalité, les paysans ne peuvent pas se débarrasser de la polyculture. Par conséquent, ce scénario ne peut pas être envisageable au niveau exploitation. Cependant, ce scénario a été réalisé pour voir l'évolution de revenu au bout de 10ans d'adoption.

Les indicateurs économiques (cf. Annexe pour le mode de calcul)

Pour chaque scénario, l'indicateur économique utilisé pour évaluer les impacts de l'adoption des nouveaux systèmes SCV a été le revenu agricole sur *tanety*. Un tableau synthétique a également été créé pour le scénario actuel afin de voir en général un état économique par type d'exploitation.

Ce tableau représente les caractéristiques générales de chaque type d'exploitation agricole et regroupe les indicateurs économiques suivants :

- Revenu total moyen
- Part moyen du revenu off farm dans le revenu total
- Part moyen du revenu agricole (culture et élevage) dans le revenu total
- Part moyen du revenu élevage dans le revenu agricole
- Part moyen du revenu des cultures pluviales dans le revenu agricole calculé

Présentation synthétique de la simulation dans l'analyse prospective

La simulation suit une suite géométrique de raison **q = 1/10**.

Surface simulée par an :

$$S_{\text{sim } n} = n \times q \times \text{SAU Tot}$$

Avec

S sim n : Surface simulée à la n –ième année

n : durée d'adoption des systèmes

q : raison

SAU Tot : surface agricole utile totale sur *tanety*

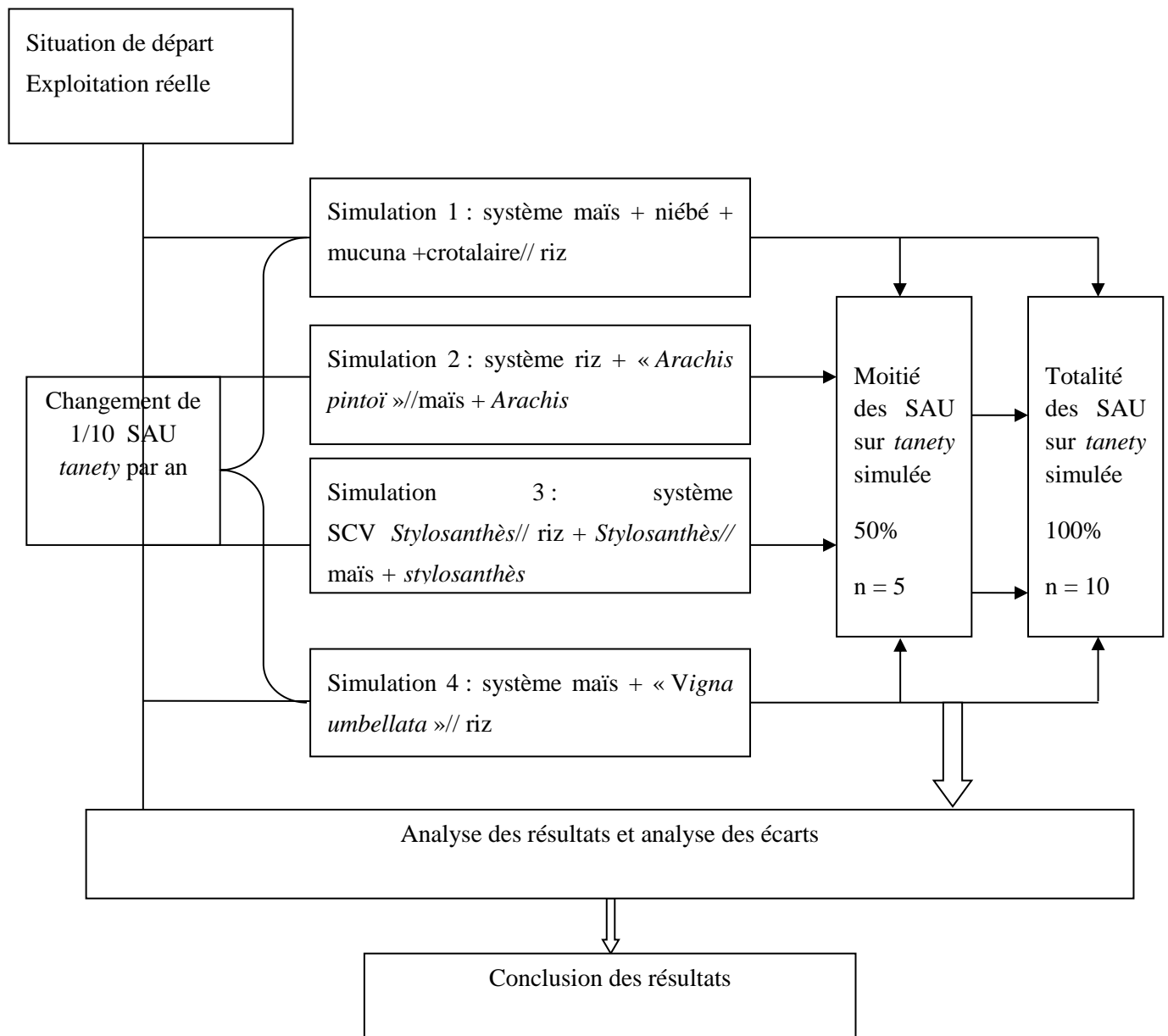


Figure 2: Méthodologie de simulation

II.5 Limite de l'étude

Certaines zones ont été inaccessibles surtout pendant la période pluvieuse comme la commune de Fidirana ce qui a limité le nombre d'exploitations enquêtées. Lors des enquêtes de collecte de données il a été constaté que les exploitations agricoles ont du mal à se rappeler de leurs dépenses familiales et ont souvent tendance à surestimer leur revenu off farm. L'échantillon d'étude est composé d'une exploitation agricole par type soit 14 exploitations agricoles. La taille de l'échantillon est par conséquent faible et ne permet pas de faire une analyse statistique appropriée. De même, l'analyse se limite seulement sur le revenu de

l'exploitation, la comparaison des temps de travaux en système conventionnel et systèmes innovants n'a pas pu être traitée.

Une des principales difficultés que nous avons rencontrées dans l'élaboration de nos modèles réside dans la méconnaissance par les paysans des rendements des productions vivrières ou du niveau des intrants, etc. Les paysans n'ont pas de cahier de suivi qui leur permette de retenir les entrées et sorties de leur exploitation. L'absence de mesure des surfaces et des productions de l'agriculture est aussi un élément pénalisant qui a conduit, dans certains cas, à effectuer des approximations sur la base des informations disponibles. De plus, les prix de main d'œuvre réellement dans la zone ont été très variables selon la saison et selon les localités. L'incertitude concernant les stratégies paysannes surtout au niveau de la rotation/assolement a été un des problèmes lors du traitement des données.

PARTIE II : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

I. Situation actuelle des exploitations agricoles : caractérisation et analyse des sources de revenu

I.1 Surface cultivable sur *tanety*

La figure 3 représente les surfaces agricoles utilisées pour chaque exploitation.

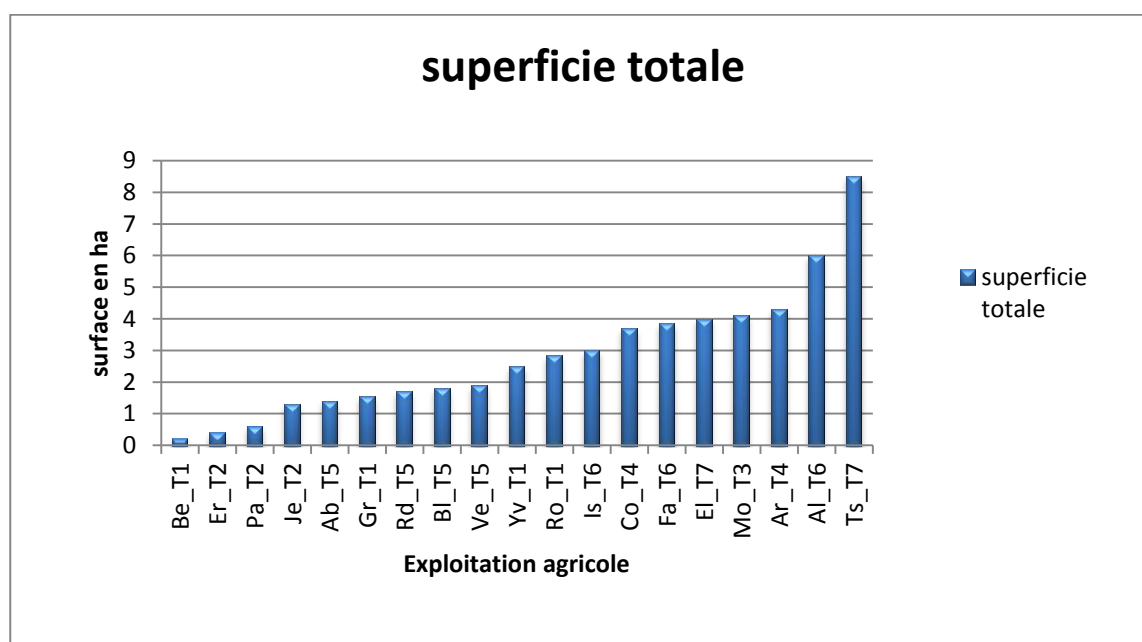


Figure 3: Surface agricole utile sur *tanety*

La majorité des paysans ont des surfaces agricoles sur *tanety* inférieure à 4ha. Il y a une relation entre la surface et la stratégie de mise en jachère. La surface moyenne mise en jachère est de l'ordre de 1,57 ha soit 39% de la surface totale avec la valeur qui varie entre 0,5 à 4,5 ha. Les exploitations agricoles ayant une surface agricole élevée (53% des exploitations agricoles enquêtées) pratiquent la jachère et les autres compensent l'absence de jachère par l'apport de beaucoup d'engrais sur leur culture.

I.2 Caractéristiques générales de chaque exploitation agricole

Le figure ci après regroupe les caractéristiques générales de chaque type d'exploitation.

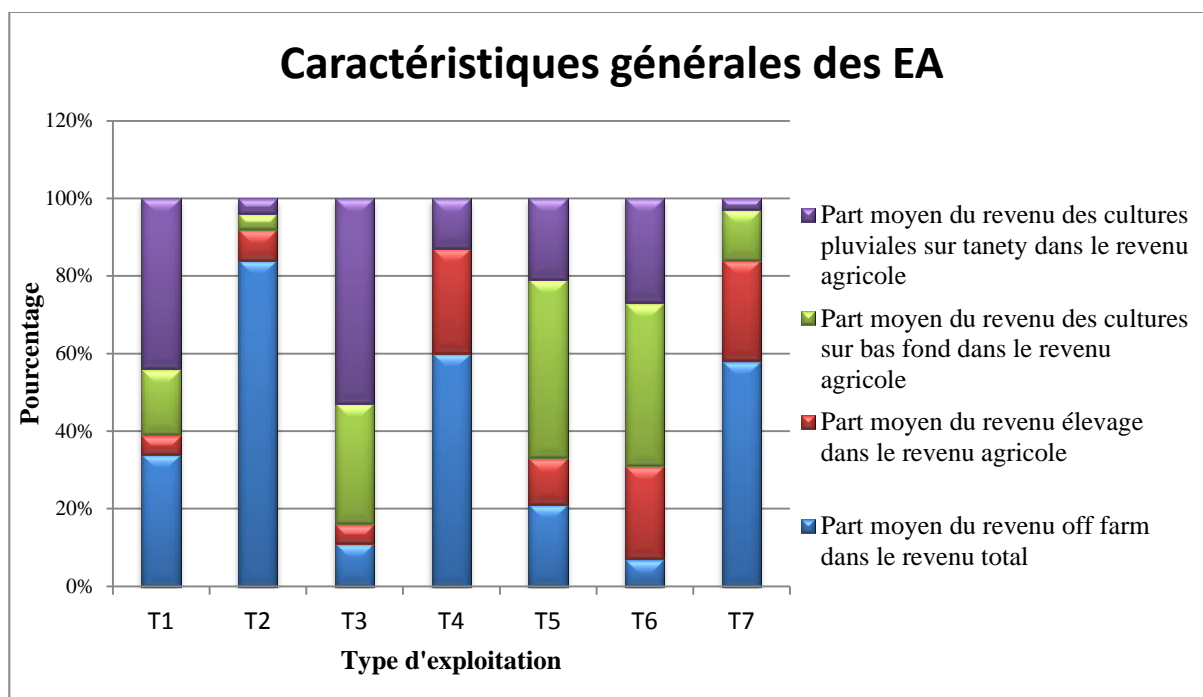


Figure 4: Caractéristiques générales des EA

Les activités off-farm tiennent une grande importance pour les 57% des exploitations agricoles et contribuent au revenu moyen total avec une part variant de 7% à 84%. Certaines exploitations dépendent totalement des activités non agricoles pour assurer leur survie. Il y a une large disparité entre le revenu agricole moyen de chaque type d'exploitation. Cette différence est due aux types de cultures pratiquées, aux surfaces cultivées ainsi qu'à la présence ou non de l'atelier élevage. La plupart des exploitations agricoles font l'atelier élevage (65% des EA enquêtées). Sa contribution au revenu total varie 4% à 27%. L'élevage porcin durant les 6 mois juste après la campagne agricole est le plus pratiqué dans la zone.

Les cultures sur bas fond contribuent au revenu agricole moyen avec une part relativement importante de l'ordre de 4% à 46% pour certaine exploitation agricole. Par contre, 14% des EA n'ont pas de culture sur bas fond. Les cultures pluviales sur *tanety* occupent une place importante dans le revenu agricole de l'exploitation agricole et contribuent entre 6% à 66% dans la formation du revenu agricole.

I.3 Origine de revenu agricole

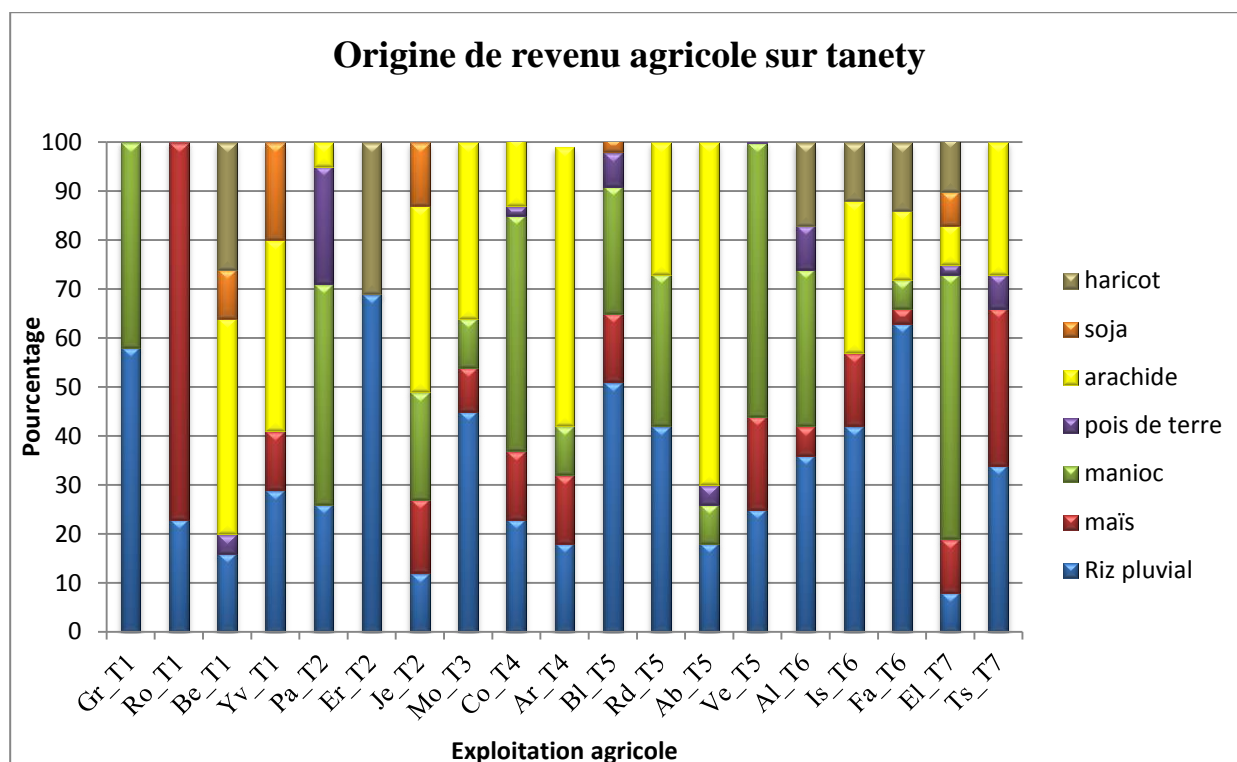


Figure 5: Origine de revenu agricole sur *tanety* cumulée à 100%

La totalité des paysans diversifient leur culture sur *tanety*. Le riz rapporte plus de revenu (1/3) que les autres cultures, viennent ensuite le manioc et l'arachide qui ont des impacts forts sur la formation de revenu agricole. Les stratégies paysannes peuvent être évoquées par ordre d'importance des sources de revenu agricole. Celles-ci permettent de classer les exploitations agricoles. 37% des exploitations agricoles font la stratégie manioc avec un pourcentage de formation entre 20 et 29%, 26% à stratégie arachide et le reste faisant des petites formes de diversification. Les légumineuses comme l'arachide ont une valeur économique assez importante. Ce dernier contribue entre 15 et 30 % du revenu agricole calculé. L'arachide ne demande pas beaucoup de soins cultureux ni même des engrais. Les autres cultures qui n'ont pas de grande valeur économique font l'objet d'autoconsommation en général.

II. Simulation prospective

II.1 Marge brute par ha des 4 systèmes SCV utilisés

Les systèmes S2 et S3 utilisent comme plante de couverture des légumineuses ont une marge plus élevée que les 2 autres systèmes S1 et Ts à base de *Stylosanthès* et d'*Arachis pintoï*. Les charges y afférentes pour chaque système n'ont pas de grande différence (cf. Annexe 9). Elles varient de 122 KAriary par ha pour le système S1 à 415 KAriary par ha pour le cas de système S2

La marge brute par ha pour les 4 systèmes SCV utilisés est illustrée par la figure 6 suivante.

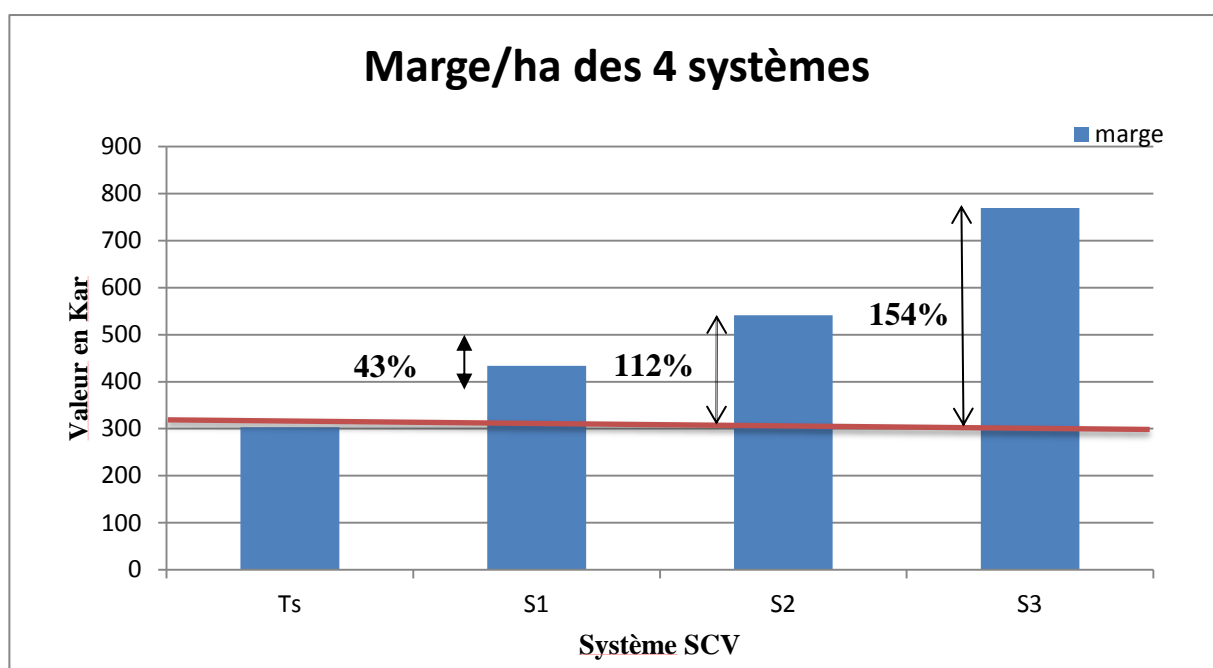


Figure 6 : Marge brute/ha des 4 systèmes SCV

La figure 7 suivante illustre l'évolution des marges brutes des 4 scénarios au cours du temps.

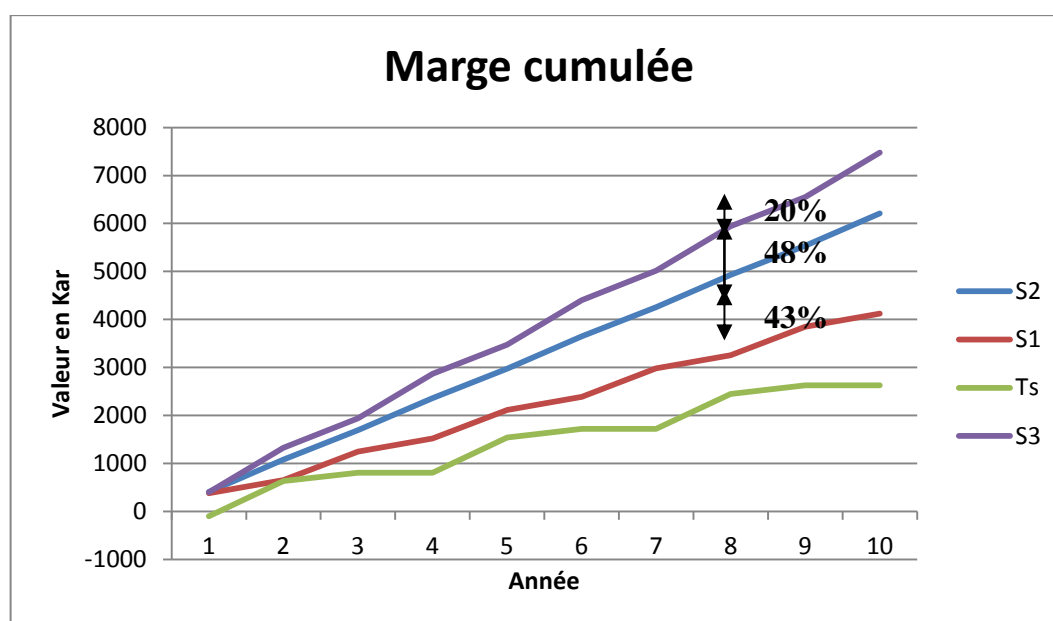


Figure 7: Marge cumulée des 4 systèmes SCV

Au démarrage de SCV, les marges obtenues des 4 systèmes sont très faibles, celles-ci augmentent vers la 2^{ème} année d'adoption. En général, pour les 4 systèmes, les résultats économiques sont plus ou moins élevés d'une année à l'autre selon la culture pratiquée dans la rotation (riz ou maïs, etc.). Ce qui entraîne un effet yo-yo pour le cas de système Ts à base de Stylosanthès. Par contre au démarrage du système où il y a assolement le problème ne se

pose pas. Les marges brutes ont la même tendance pour les 4 systèmes testés sauf pour le cas de système à base de *stylosanthès*. En 1^{ère} année de l'adoption la marge est négative du fait de l'existence d'une année de jachère au démarrage. Le système utilisant le *stylosanthès* est moins performant économiquement que les autres car nécessite beaucoup de main d'œuvre pour le contrôle de la plante de couverture induisant une charge plus élevée.

II.2 Comparaison des 4 systèmes à 50% d'adoption de SCV

Les figures ci-dessous montrent le résultat selon la stratégie des paysans.

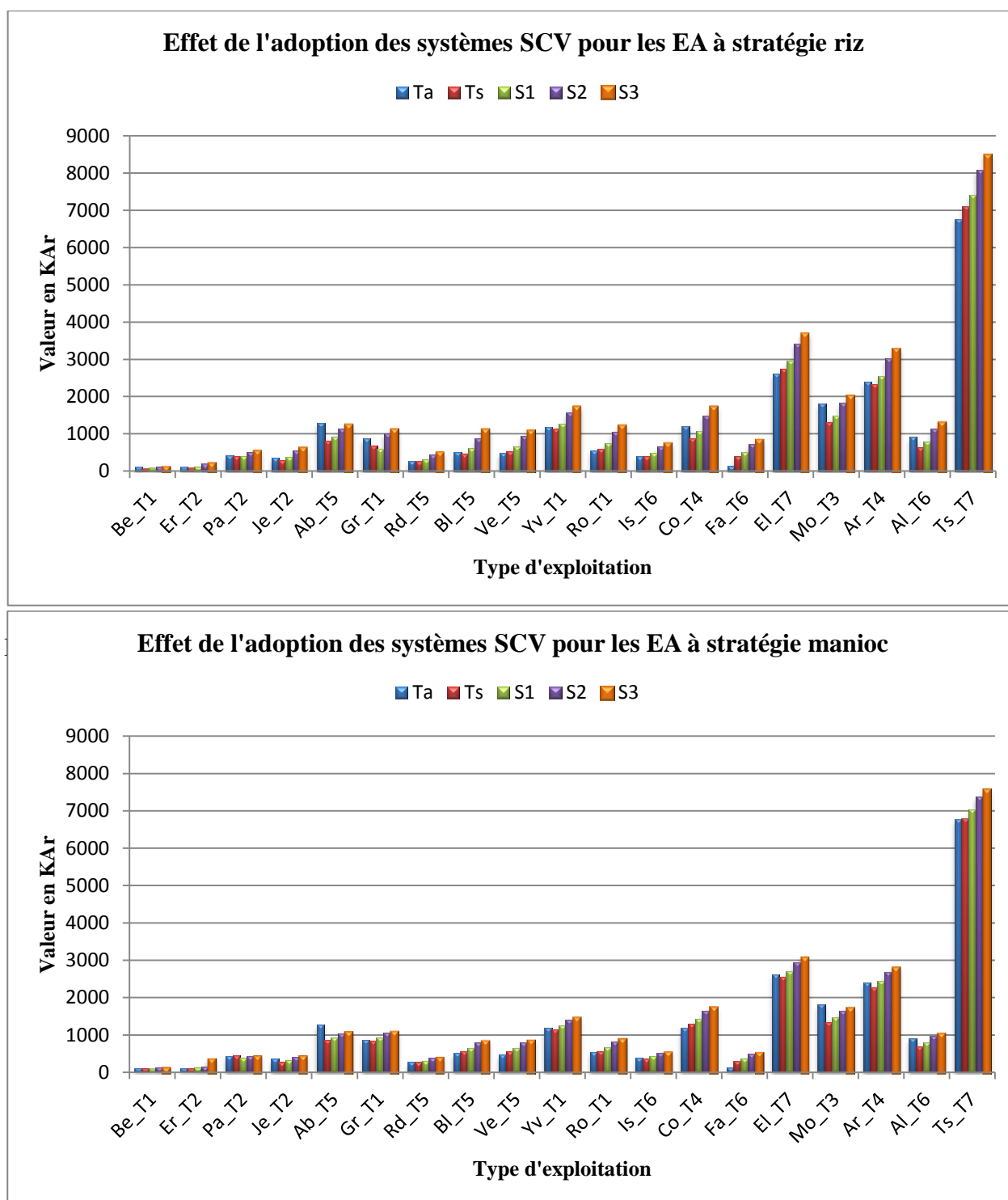


Figure 9: Comparaison de revenus des EA pour l'ensemble des systèmes pour la stratégie manioc

Avec adoption totale, 100% de la surface totale sur *tanety* de l'exploitation sont utilisées. Pour le système utilisant du *Stylosanthès*, 33% de ces SAU sont mises en jachère *Stylosanthès* en moyenne. Le riz pluvial et le maïs sont les seules cultures occupant le reste de toutes les parcelles exploitables. Pour les autres systèmes, il n'y a pas de jachère. Plus la surface sur *tanety* est faible, plus l'adoption de système nouveau n'est pas rentable.

II.2.1 Adoption sur la moitié des surfaces sur *tanety*

La figure ci après montre la comparaison des 4 systèmes testés par typologie d'exploitation à une simulation de 50% des SAU sur *tanety*.

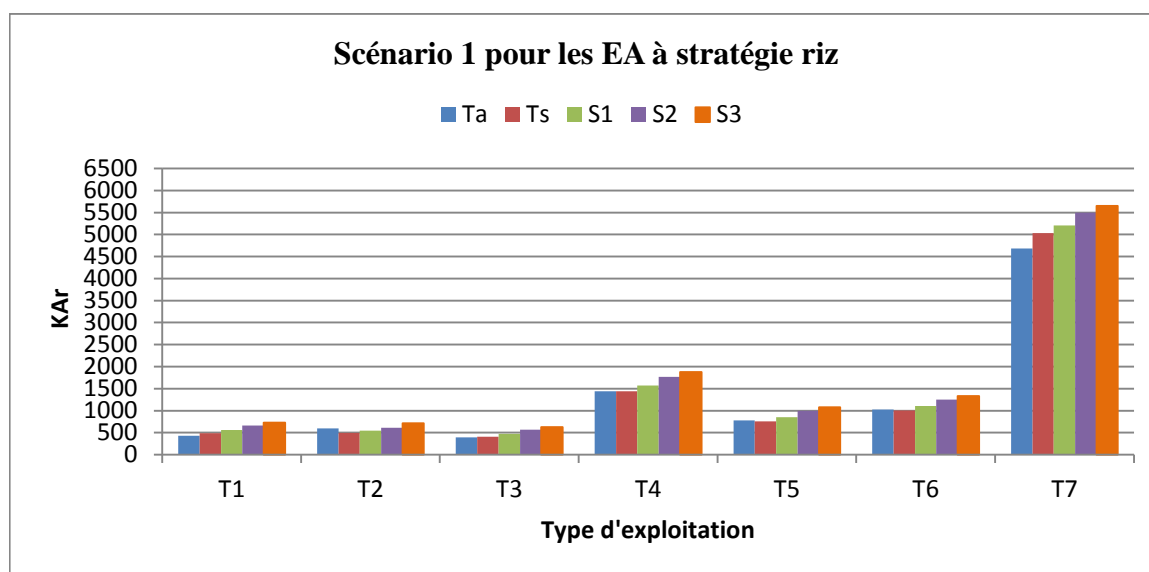


Figure 10: Comparaison de revenu des EA à stratégie riz pour l'ensemble des 4 systèmes à 50% d'adoption des systèmes SCV

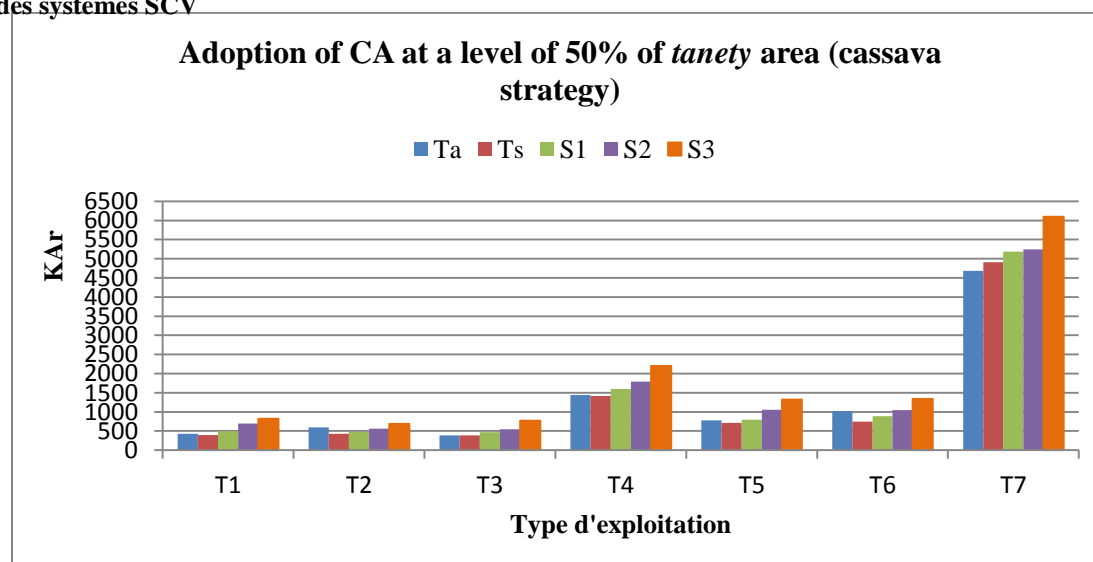


Figure 11: Comparaison de revenu des EA à stratégie manioc pour l'ensemble des 4 systèmes à 50% d'adoption des systèmes SCV

L'effet de l'adoption des systèmes SCV varie en fonction de chaque type d'exploitation. En général, pour tous les types d'exploitations agricoles, les deux systèmes S1 et S3 se démarquent au dessus des 2 systèmes témoins Ta et Ts. La courbe du système Ts est aussi en dessous de celle du système témoin absolu (Ta) représentant le système conventionnel sauf pour T7. Même les exploitations agricoles ayant une possibilité d'augmenter leur surface agricole n'ont pas la même évolution en adoptant les nouveaux systèmes. Les exploitations dans le type T7 trouvent une importante augmentation de revenu agricole pour les différents systèmes adoptés.

II.2.2 Adoption de totalité des surfaces sur *tanety* cultivées

Les figures ci-dessous montrent le revenu de chaque exploitation agricole pour chaque système.

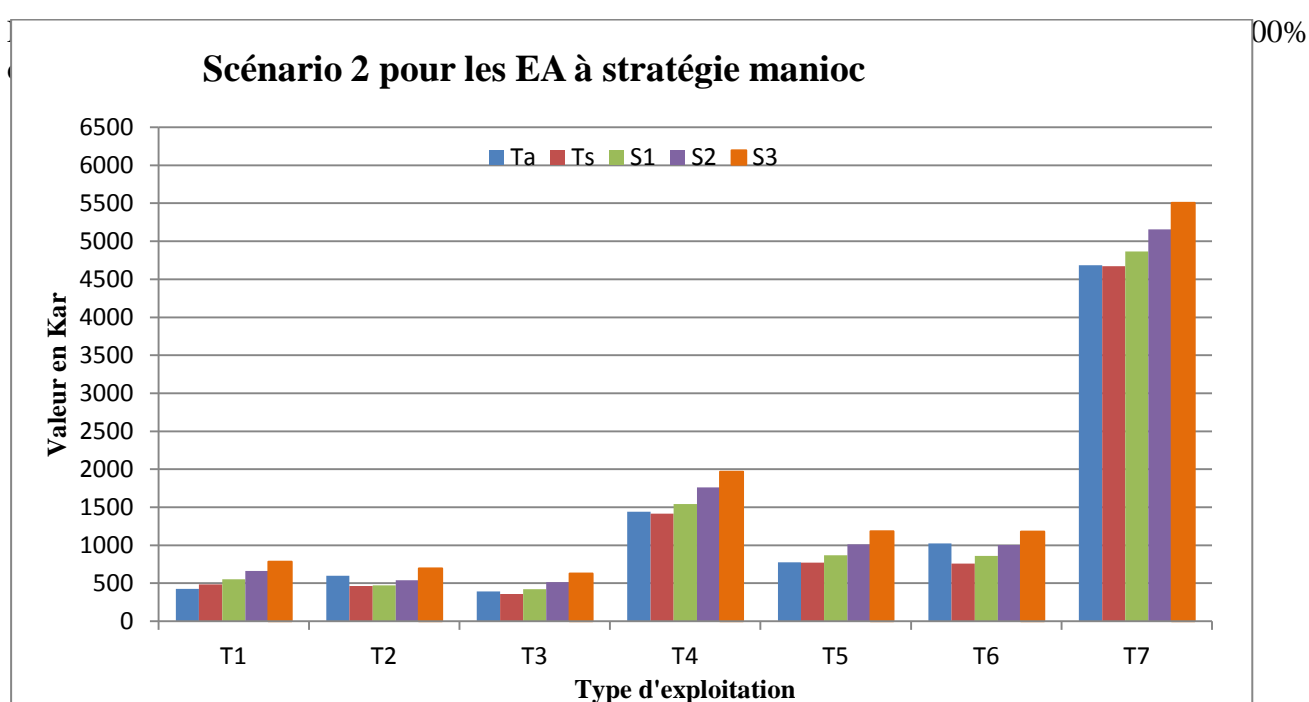
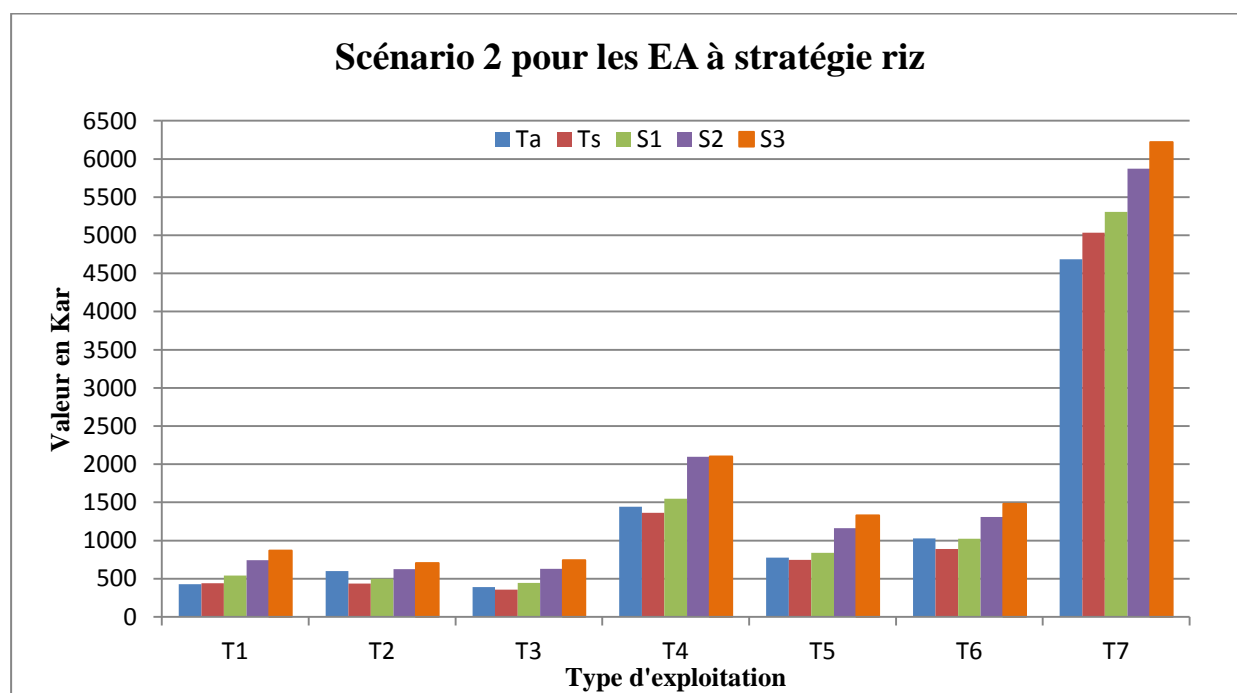


Figure 13: Comparaison de revenu des EA à stratégie manioc pour l'ensemble des 4 systèmes à 100% d'adoption des systèmes SCV

En augmentant à 100% les surfaces sur *tanety* adoptées en SCV, les deux systèmes utilisant les légumineuses volubiles S2 et S3 sont toujours les plus performants quelque soit le type des exploitations adoptant. L'augmentation des résultats est beaucoup plus remarquable. Les deux systèmes S2 et S3 ont un revenu assez élevé que les 2 autres (cf. figure5) c'est pour cette raison que ceux-ci sont très intéressants par rapport au système conventionnel. Le revenu issu du système utilisant le *Stylosanthès* est faible par rapport à celui du système conventionnel quelque soit le type d'exploitation. La comparaison des résultats de chacune des types d'exploitations met en évidence de grandes disparités entre elles. De par leurs conditions initiales (représentées par les systèmes conventionnels), les revenus sont déjà différents, mais les graphes ci dessus montrent surtout que l'impact économique des systèmes SCV n'est pas le même sur les différents types d'exploitation tant à 50 % d'adoption qu'à 100%. Les exploitations agricoles ayant des surfaces SAU importantes (cas de T7) trouvent un avantage en adoptant les nouveaux systèmes. Les surfaces même celles mise en jachère sont toutes transformées en systèmes SCV. Une augmentation en moyenne 50%.des revenus agricoles a été constatée

II.3 Effet de l'adoption progressive des systèmes SCV sur la marge des différents types d'exploitations agricoles

II.3.1 Effet de l'adoption progressive du système Ts : riz + *Stylosanthès* par type d'exploitation agricole

La figure ci-dessous illustre l'impact de l'adoption du système avec une couverture de *Stylosanthès*.

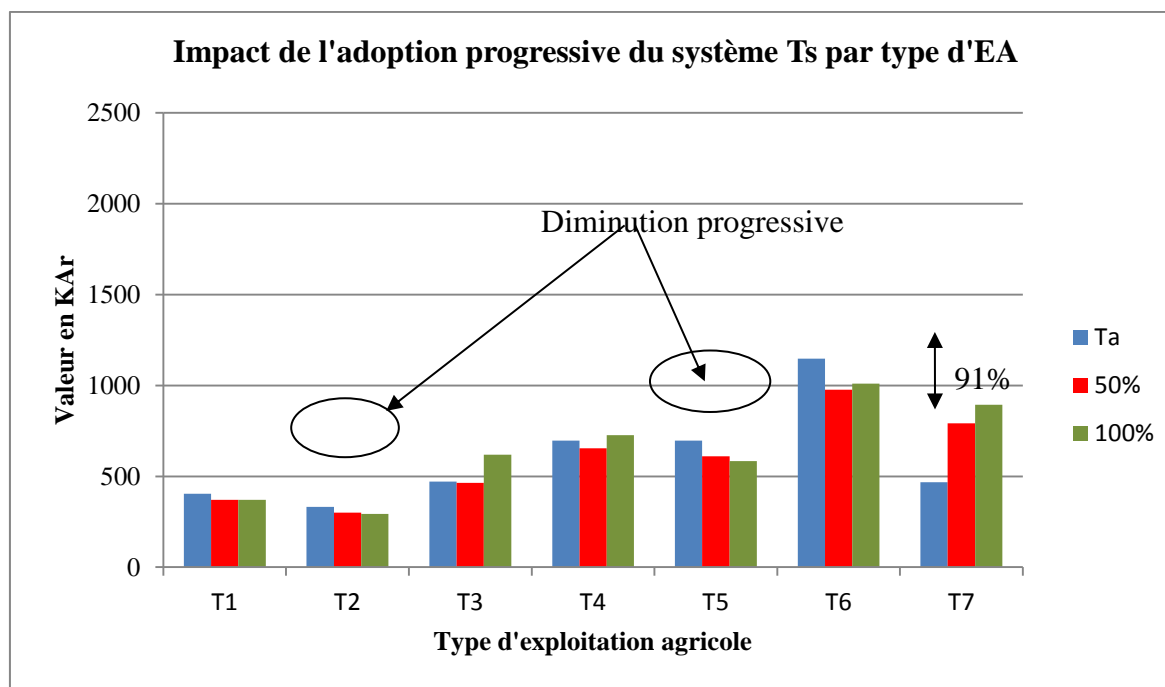


Figure 14: Effet de l'adoption progressive du système Ts par type d'EA sur le revenu des cultures

Le *Stylosanthès* présente une marge moins élevée que ceux du témoin absolu Ta. Le revenu en général est inférieur à 1000 Kariary sauf pour le type T6. Le revenu de la situation de référence est au dessus des autres scénarii pour la majorité des types d'exploitation agricole en adoptant le système à base de *Stylosanthès*. Le revenu tend à diminuer même en augmentant la surface adoptée pour les 47% des exploitations agricoles. Le pourcentage de diminution peut atteindre jusqu'à 32%. Pour les autres exploitations agricoles, une augmentation de revenu jusqu'à 53% a été constatée (cf. Annexe10). L'adoption de système Ts ne permet pas à la totalité des paysans d'obtenir plus de profit qu'en système conventionnel. Le système *Stylosanthès* procure une meilleure marge pour certaines exploitations ayant une surface sur *tanety* assez élevée. L'augmentation peut atteindre 91% pour le type T7 par rapport au revenu agricole de la situation actuelle.

II.3.2 Effet de l'adoption progressive du système S1 : riz + *Arachis pintoï* par type d'exploitation agricole

D'après la figure 15 suivant, en adoptant le système S1 : riz + *Arachis pintoï*// aussi bien sur la moitié que sur la totalité de SAU *tanety*, les revenus trouvent une augmentation pour la majorité des types par rapport à la situation réelle bien que pour T1 et T2 il n'y a pas de grande différence.

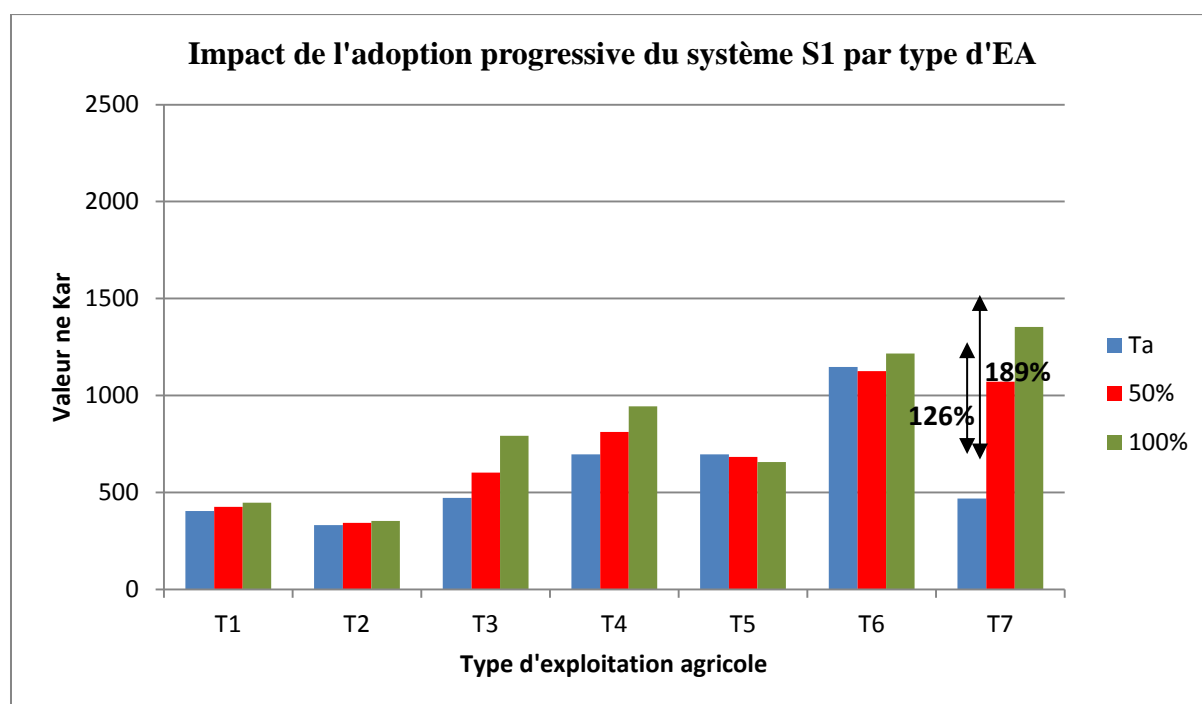


Figure 15: Effet de l'adoption progressive du système S2 par type d'EA

Le revenu agricole de la plupart des exploitations agricoles ne dépasse pas en général 1.500 Kariary. Le système riz + *Arachis pintoï* n'apporte pas une augmentation de marge remarquable pour la majorité de type d'exploitations agricoles par rapport au système témoin absolu Ta. 58% seulement des EA trouvent une augmentation de revenu par rapport au système en mode conventionnel avec un pourcentage d'évolution allant de 3% à 54% voire

même plus élevé pour certaine exploitation agricole (cf. Annexe 10). L'augmentation peut aller jusqu'à 189% de Ta pour le cas de T7.

II.3.3 Effet de l'adoption progressive du système S2 : riz/ maïs + niébé + mucuna + crotalaire par type d'exploitation agricole

La figure ci après montre l'impact de l'adoption du système à base légumineuses volubiles avec association à d'autres plantes de couverture.

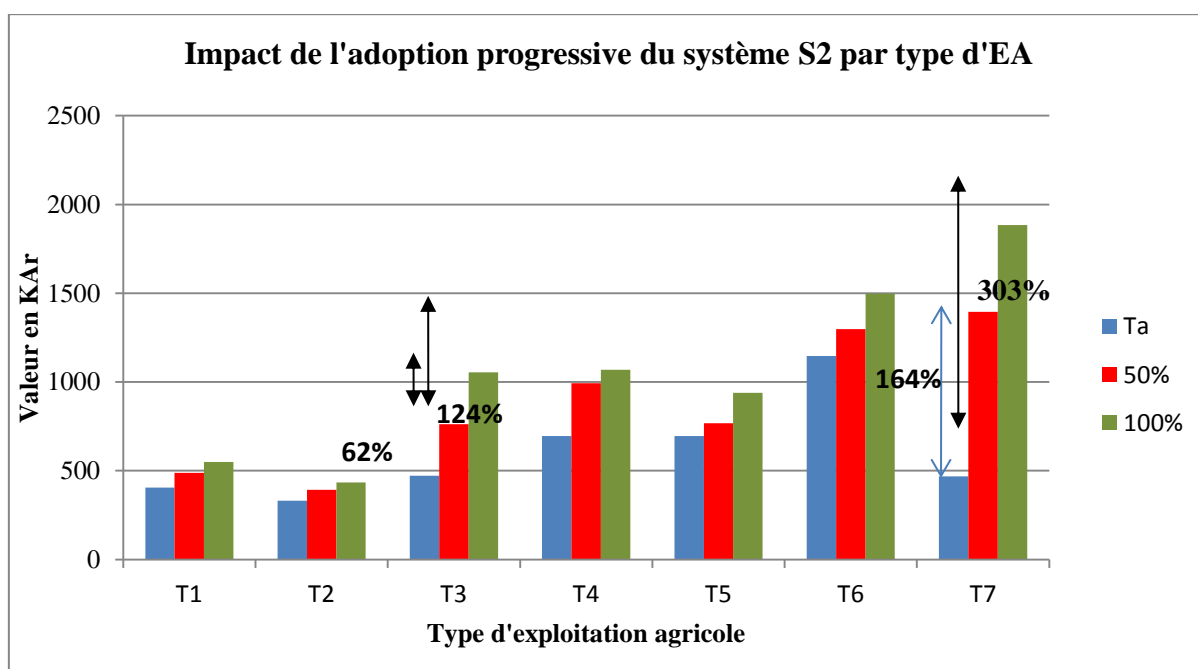


Figure 16: Effet de l'adoption progressive du système S2 par type d'EA

Le revenu avec adoption à 100% peut atteindre jusqu'à 1.500 KAr et plus pour le cas du type T7. Le résultat augmente par rapport au système conventionnel et le scénario idéal se démarque au dessus des deux autres scénarii quelque soit le type d'exploitation agricole. L'adoption de système S2 a un impact positif pour la majorité des types d'exploitation agricole aussi bien à 50% qu'à 100% d'adoption. L'implication des légumineuses volubiles valorisables induit un revenu agricole plus élevé quelque soit le type d'exploitation. Une augmentation des revenus a été trouvée pour les 86% des exploitations agricoles enquêtées mais avec un pourcentage très différent variant de 5% à 74% au bout de 5ans d'adoption (cf. Annexe 10). L'écart généré par S2 par rapport à Ta est très remarquable pour les types t3 et T7 qui peut aller de 62% pour le type T3 à 164% pour le T7 à 50% d'adoption.

II.3.4 Effet de l'adoption progressive du système S3 : riz/ maïs + *Vigna* par type d'exploitation agricole

Cette figure ci contre montre le résultat issu de l'adoption du système S3 par type d'exploitation.

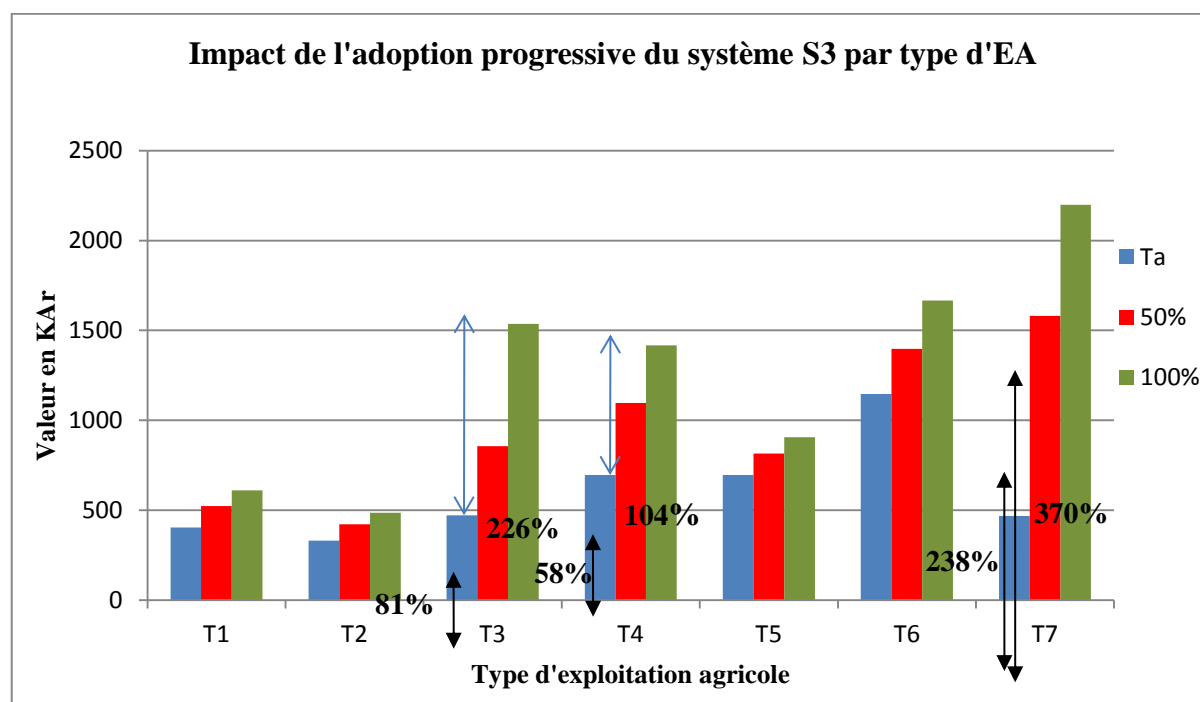


Figure 17: Effet de l'adoption progressive du système S3 par type d'EA

Le revenu de l'exploitation oscille de 500 KAr à 2.000 KAr. Presque toutes les exploitations agricoles trouvent une augmentation de revenu par rapport au système témoin absolu Ta. Celle-ci est expliquée par l'utilisation des plantes de couverture ayant une forte valeur économique. Avec une adoption de la totalité des SAU sur *tanety*, la différence de marge devient de plus en plus visible. Plus on augmente la surface et le temps d'adoption plus les exploitations agricoles obtiennent un meilleur revenu. L'augmentation de revenu est très significative pour les types T3, T4 et T7 où des augmentations jusqu'à 58% pour T4 pour la simulation à 50% et voire même à 300% pour T7 pour la simulation de la totalité des SAU.

PARTIE III: DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

I. DISCUSSIONS

I.1 Discussions sur les caractéristiques générales des exploitations agricoles dans la situation actuelle

La totalité des gens de Moyen Ouest diversifie leur culture sur *tanety*. Celle-ci est expliquée par le fait que les zones de bas fond sont restreintes et que la production rizicole issue des bas fonds ne permet pas d'assurer les besoins familiaux des exploitations agricoles. Les surfaces

exploitables dans la zone sont fortement dominées par des *tanety*. Les exploitations agricoles enquêtées présentent une disparité au niveau des surfaces agricoles utiles sur *tanety* variant de 0,6 à 8,5 ha.

Les cultures sur *tanety* sont généralement dominées par le riz pluvial, le maïs, le manioc et les légumineuses à graines comme l'arachide, le pois de terre et légèrement le soja et le haricot. Avec la pression du *Striga*, les pratiques de céréales (Riz pluvial et Maïs) sont de plus en plus menacées. Les gens font sur ces parcelles de l'arachide ou du pois de terre et à la limite du manioc dans les conditions de baisse de fertilité. La pratique du maïs en culture pure est de plus en plus rare. Les agriculteurs l'associent souvent à faible densité avec d'autres cultures même avec le riz pluvial. L'ordre de priorité des cultures par rapport au niveau de la surface se présente comme suit : riz suivi de manioc, arachide, maïs, pois de terre et les autres formes de diversification. Celle-ci est en conformité avec « les dires paysans » lors des interviews des focus groupes. Bart Minten et al. (2003) stipulent aussi que le riz est cultivé en tant que culture principale tant en termes de source de revenus que de surface occupée.

La durée de jachère dépend complètement de la structure réelle de l'exploitation. Plus l'exploitation est petite plus la durée de jachère est limitée voire inexistante. Pour les exploitations agricoles ayant une vaste surface agricole utile, les rotations incluent plus souvent une jachère de 3 à 4 ans. De plus, la pression foncière comme dans le cas de la commune Ankazomiriotra est l'une des raisons principales pour lesquelles les paysans abandonnent la pratique de mise en jachère des parcelles en la substituant par l'apport d'une grande quantité de fumier ou de poudrette de parc (20 à 30 charrettes par ha) selon le résultat de focus groupe. Ceux qui ne peuvent pas produire de fumier en achètent. Il y a des paysans qui fabriquent du fumier ou du compost à partir des bouses ramassées et de matières végétales.

Les paysans qui font la stratégie manioc ont intérêt à adopter des nouveaux systèmes innovants. Le manioc a une faible valeur économique mais il est important pour les EA qui font de l'atelier élevage. De même les paysans qui font des petites diversifications peuvent adopter des nouveaux systèmes si ces derniers permettent d'avoir plus de profit qu'en situation actuelle. En effet, si les paysans axent leurs efforts sur les cultures vivrières, c'est notamment pour limiter le rachat de ces denrées durant la période de soudure. Ils devraient en vendre une partie au moment de la récolte, quand les prix sont bas, pour faire face aux contraintes courantes immédiates. A contrario, ils diversifient leur production en fonction de l'intérêt économique de certaines spéculations, comme le haricot, le niébé ou les produits maraîchers, qui permettent éventuellement de limiter la vente du riz après récolte (HELENE Delille, 2011).

Les activités off farm permettent aux ménages de compléter le revenu agricole pour assurer la sécurité alimentaire des ménages. Pauvreté et revenus extra-agricoles sont fortement liés. Les ménages les plus pauvres valorisent leur MO familiale dans le salariat agricole. Les ménages les plus riches diversifient leurs activités dans les entreprises non agricoles. (BART Mint et al., 2003) Les exploitations agricoles ayant des moyens financiers ne se consacrent pas généralement sur l'activité agricole. D'après notre résultat, la part de revenu off farm est très importante pour la majorité des exploitations agricoles. Pour ces gens, l'adoption des systèmes innovants peut être envisagée car ils ont les moyens pour financer dans le système d'exploitation.

I.2 Discussions sur la performance économique des nouveaux systèmes SCV

La performance économique de ces 4 systèmes ne dépend pas de la typologie des exploitations agricoles adoptantes. Elle varie en fonction des plantes de couverture ou des systèmes adoptés. Les systèmes à base de légumineuses volubiles rapportent plus de revenu que les deux autres du fait de leur valeur économique. Par contre, ces deux systèmes demandent beaucoup de soins phytosanitaires. Celle-ci est évoquée par les paysans lors de la séance de validation. Pour le système à base d'*Arachis pintoï*, même si les rendements et les intrants utilisés sont presque les mêmes qu'en système à base de maïs + niébé, l'utilisation des plantes de couverture qui n'ont pas de valeur économique est la principale raison de la marge plus faible que les autres. De même pour le système Ts, très diffusés dans la zone d'étude, la marge brute par ha demeure assez faible. Ceci est dû à l'utilisation du *Stylosanthès* qui n'a pas de valeur économique outre la valorisation de semence comme plante de couverture.

Les différents systèmes SCV ont été classés suivant leur performance économique dont en premier les systèmes utilisant des légumineuses volubiles : maïs + vigna suivi de maïs + niébé + mucuna + crotalaire, ensuite les légumineuses pérennes : *Arachis pintoï* puis *Stylosanthès*.

La première hypothèse « les nouveaux systèmes SCV procurent un revenu plus élevé par rapport au système à base de *Stylosanthès* » est vérifiée.

Par ailleurs, l'introduction de légumineuse pérenne comme le *Stylosanthès* ne permet pas à tout type d'exploitations agricoles d'obtenir un surplus de revenu qu'en système en mode conventionnel. Celle-ci est due à la présence d'une année de jachère améliorée inclus dans la rotation du système. Nombreux sont les paysans adoptant qui abandonnent les techniques SCV utilisant le *Stylosanthès*. La demande d'une quantité de main d'œuvre plus élevée pour le contrôle de la plante de couverture ainsi que les attaques des rongeurs sont les principales raisons de l'abandon de ce système SCV. JEREMIE de Charentenay (2011) observe que le manque de la valorisation de jachère ainsi que la perte économique liée à la jachère n'est pas toujours compensée par la présence de légumineuse. Ainsi l'année de jachère en *Stylosanthès* est considérée, dans les simulations de son étude, comme une année sans revenu sur la parcelle considérée. Cette hypothèse est justifiée par les agriculteurs, qui évoquent pour beaucoup la non rémunération des semences de *Stylosanthès* comme raison principale d'abandon.

I.3 Variation de l'effet de nouveaux systèmes SCV au niveau de type d'exploitation

La stratégie d'adoption des paysans tient beaucoup compte de l'effet des systèmes nouveaux. Les systèmes utilisant les légumineuses volubiles et le maïs sont plus intéressants que ceux avec utilisation des légumineuses pérennes comme *Arachis* et *Stylosanthès*. RAKOTONDRAMANANA et al. (2010) stipule que cette association permet la production de deux cultures la même année, sans affecter le rendement du maïs. De plus, l'utilisation des ces plantes de couverture permet de réduire le temps de travaux. En fait, cette association permet de réduire considérablement les coûts de main d'œuvre (préparation de la parcelle et contrôle des adventices en particulier) grâce à la forte biomasse produite. Ces systèmes sont donc très intéressants économiquement en particulier sur les sols riches où l'engrais n'est pas indispensable. De même, ces systèmes permettent de limiter les risques en cas de conditions climatiques difficiles ou d'attaques d'insectes (sensibilité différente des deux plantes à ces stress). Même dans les zones où des attaques de criquets peuvent arriver, la légumineuse assure une production.

En changeant en premier lieu que ce soit le riz ou le manioc, l'augmentation des revenus n'a pas de grande différence. Les paysans qui cultivent de l'arachide ne sont pas prêts à abandonner cette spéculation à cause de sa valeur marchande élevée. Alors qu'une culture continue ne serait pas durable. Les EA agricoles, ayant une vaste surface sur *tanety* et des moyens de financement importants comme le cas du type T7, ont potentiellement préféré les différents systèmes SCV même le cas de *Stylosanthès* par rapport au système conventionnel. Elles ont toutes la possibilité de s'investir dans les nouveaux systèmes.

L'impact de l'adoption des systèmes nouveaux n'est pas le même au niveau de chaque exploitation. Certaines exploitations comme les types T1, T2, T5 et T6 ne trouvent pas un meilleur changement de revenu en adoptant tous les différents systèmes. JEREMIE de Charentenay (2011) montre aussi que l'impact de l'adoption de système SCV est différent selon les exploitations agricoles, notamment du fait du changement de l'ordre des exploitations agricoles. Son étude est surtout basée sur l'adoption de *Stylosanthès* en comparant le solde cumulé pour quelques exploitations. Notre résultat est en conformité avec celui de SOREZE (2010), qui indique que dans l'exploitation de taille moyenne, l'adoption des systèmes SCV permet une nette augmentation moyenne de revenus à raison de 40%.

Les paysans pauvres qui n'ont pas de moyens financiers, n'ont pas intérêt à prendre de risques. Ils consacrent surtout leur temps sur les cultures sur *tanety* tant pour leur revenu que pour leur consommation. Le manioc fournit un exemple intéressant dans la mesure où il est principalement cultivé par les pauvres qui le consomment. RAVELOSOA et al. (1999) et MINTEN et Zeller (2000) démontrent l'élasticité négative du revenu par rapport au manioc et ses caractéristiques en tant que culture consommée principalement par les pauvres. Ce qui fait que le fait de changer en premier le manioc ou le riz ne permet pas d'obtenir le même résultat.

L'impact de transformation de parcelle de riz ou de manioc en premier lieu ne dépend que de la stratégie de chaque exploitation agricole. Pour les EA, qui font de l'élevage, le manioc tient une grande place dans l'alimentation des porcs ainsi que des bœufs (ce sont des capitaux ou formes d'investissement). Pour les autres qui font des économies de marché, les cultures ne présentant pas de forte valeur économique sont à changer en premier. Pour les paysans pauvres, ils ne peuvent pas se débarrasser complètement de la polyculture. Ils n'ont pas intérêt à adopter le système SCV qui perturbe la rotation pratiquée ainsi que la stratégie. Par contre, si ces nouveaux systèmes leur permettent de produire plus et d'obtenir plus d'avantage que le système en mode conventionnel, ils pourront les adopter mais avec un degré généralement faible. Ce qui nous amène au choix de degré d'adoption dans la simulation à raison de 10% seulement.

Il ressort de la restitution- validation et des études menées antérieurement que les paysans, essentiellement les petits exploitants, sont souvent réticents à l'innovation car les risques y afférents sont inconnus et les moyens d'y faire face sont limités. De plus, la plupart d'entre eux pratique l'agriculture de subsistance. Néanmoins, dans ce système de production, les produits issus de l'agriculture font l'objet de l'autoconsommation et le surplus commercialisé procure un revenu régulier. Si les nouveaux systèmes permettent d'obtenir plus de revenu que le système en mode conventionnel, les paysans pourront l'adopter. Les revenus agricoles sur *tanety* diffèrent d'une exploitation à une autre. Cette différence est expliquée par la variabilité des quantités d'intrants utilisés selon les moyens financiers de chaque exploitation.

Par ailleurs, dans la simulation faite les surfaces sur *tanety* en mode conventionnel sont toutes changées progressivement en système SCV. L'adoption des systèmes SCV induisent une

utilisation des différents intrants (semence améliorée, produits phytosanitaires ainsi que main d'œuvre notamment pour le contrôle des plantes de couverture). Par conséquent, les charges augmentent par rapport au système en mode conventionnel car les paysans n'ont pas l'habitude d'utiliser beaucoup d'intrants sur les cultures sur *tanety*. De plus, les hauts niveaux de fertilisation recommandés par FAFIALA ne sont pas à la portée de tous les paysans. Celle-ci est la principale raison de l'augmentation des charges pour certaines exploitations. Par contre, celles qui ont la possibilité de faire une extension de culture ont préféré les SCV que le système en mode conventionnel puis que en adoptant jusqu'à 100% les systèmes SCV les parcelles en jachère sont toutes valorisées. Par conséquent, l'effet de l'adoption des systèmes SCV dépend des surfaces consacrées à ces systèmes. Selon SOREZE et al. (2010), dans le Moyen-Ouest, les charges engendrées par les systèmes SCV sont supérieures à celles des systèmes traditionnels, à cause du niveau d'intrants pratiqué en général supérieur, et au besoin supérieur en main-d'œuvre extérieure. L'augmentation des revenus grâce aux systèmes SCV ne peut être due qu'à l'augmentation de la SAU, les différences de rendements n'étant pour le moment pas assez significatives. Or, les petites exploitations agricoles de la région ne font pas de la jachère. Elles les substituent par la fertilisation, qui reste malgré tout insuffisante. L'introduction de systèmes SCV dans ce type d'exploitation agricole a pour objectif de remplacer cette agriculture minière par une agriculture durable. L'extension de culture sur *tanety* dans les petites exploitations n'est pas possible, d'où la diminution, ou tout au moins l'absence d'augmentation, des revenus agricoles par l'introduction des systèmes SCV.

Le scénario avec adoption à 100% de surface sur *tanety* est plus intéressant qu'avec adoption à 50%, mais ceci n'est pas envisageable au niveau paysan car ce dernier ne peut pas se débarrasser de la pratique traditionnelle « à dire d'acteurs » (paysans), ils doivent avoir les mêmes types de produits tous les ans (riz, maïs, manioc, arachide,...) même en quantité faible pour la sécurité alimentaire.

Les systèmes SCV assurent aux adoptants de meilleurs revenus, cette affirmation n'est pas généralisable à l'ensemble des exploitations agricoles rencontrées dans le Moyen-Ouest. Les paysans qui ont un revenu régulier et stable en mode conventionnel ne veulent pas innover. Les exploitations agricoles utilisant des salariés agricoles trouvent un avantage en adoptant les systèmes nouveaux.

D'où, la deuxième hypothèse selon laquelle « l'adoption des nouveaux systèmes SCV stabilise et augmente le revenu des EA » est partiellement vérifiée.

RECOMMANDATIONS

- **Au niveau de l'adoption des systèmes**

Pour les exploitations de petite taille comme le cas de la majorité des EA (T1, T2 et T5) dans le Moyen Ouest, les pratiques « semi-intensives » de l'agriculture avec niveau d'intrants faibles, sans jachère ne sont pas durables. Les sols se dégradent rapidement, l'absence de jachère et la régénération insuffisante de la fertilité engendrent leur appauvrissement. Le risque d'érosion devient de plus en plus fort. Pour ces exploitations, les systèmes SCV ont un caractère d'« urgence », car ces agriculteurs ne pourraient plus vivre de leurs revenus agricoles si leurs rendements venaient à diminuer trop fortement. Dans ces cas, les systèmes SCV ont pour enjeux de limiter la dégradation des sols, afin de maintenir les rendements sur le long terme.

Pour les exploitations qui possèdent les moyens de pallier à la plupart de ces contraintes agronomiques, la disponibilité de grande surface leur permet de pratiquer des jachères longues. Leurs moyens financiers plus élevés leur permettent d'investir dans une intensification plus prononcée en particulier sur la fertilisation. Cependant, les quelques grandes exploitations pratiquant les systèmes SCV, ont tout à fait les moyens de faire perdurer le système SCV dans leur exploitation. Les exploitations agricoles dans le type T7 ont potentiellement avantage à adopter les nouveaux systèmes pourtant elles ne sont pas intéressées du tout par l'agriculture en général. Elles préfèrent investir dans d'autres activités génératrices de revenu plus sécurisées telle la collecte et la transformation de produits agricoles.

Les systèmes à base de légumineuses volubiles sont plus intéressants et rapportent plus de revenu que le mode conventionnel. Ils peuvent être mis en place dans toutes les zones agro-écologiques de Madagascar, et en premier lieu dans les zones de moyenne altitude comme le cas de notre zone d'étude. Ils sont réalisables sans engrais sur tous types de sols que ce soit "riches" ou "moyennement riches" des *tanety*, sur les *baiboho*, les sols exondés dans les plaines, etc. Enfin, la remise en culture est très facile, ces différentes espèces étant des plantes annuelles, qui finissent naturellement leur cycle et n'ont pas besoin d'être contrôlées pour le semis de la culture suivante. De ce fait, ce système est faisable sur *baiboho* où la nappe phréatique n'est pas loin. Le mieux est de le faire en succession annuelle comme suit Maïs + *Vigna* / Riz afin que les plantes principales puissent profiter plus de biomasse de couverture. Les résidus de culture se décomposent rapidement.

En plus, le système proposé incluant la plante de couverture *mucuna* dont les graines peuvent être intégrées dans l'atelier élevage (alimentation des porcs).

- **Au niveau de la recherche**

Dans notre modèle, nous n'avons pas pris en compte les risques, comme les variations aléatoires des rendements et de prix des inputs et outputs. Il serait souhaitable dans le développement du futur modèle de prendre en compte ces variations afin que les résultats des simulations s'approchent plus de la réalité. Alvarez (2007) a déjà évoqué que « la prise en compte du risque pourrait permettre de simuler des phénomènes d'apprentissage de la technique se traduisant par une réduction des risques de perte de la production ». La simulation serait alors un outil d'aide à la décision aux paysans et aux organismes de développement.

La présente étude s'est surtout focalisée sur le revenu des exploitations agricoles. Mais pour bien comparer l'impact de l'adoption des nouveaux systèmes par rapport au système conventionnel, il faut tenir compte des intrants utilisés c'est-à-dire de toutes les charges y afférentes et des temps de travaux. De même, l'analyse ici est une analyse séparative de l'impact des systèmes nouveaux. Une analyse d'ensemble entre plusieurs systèmes nouveaux demeure intéressante car en réalité, les paysans ne font pas un seul système.

Pour les petites exploitations, les paysans ont du mal à pratiquer les systèmes SCV à cause de la valeur élevée des intrants (semence, herbicide, etc.) des systèmes à moindre niveau d'intrants devraient leur être proposés. En général, les paysans veulent un système sans jachère, avec minimum d'intrants et comportant plusieurs cultures apportant beaucoup de revenu.

CONCLUSION GENERALE

Dans la zone du Moyen Ouest de Vakinankaratra, dominé par l'existence de vaste *tanety*, plusieurs problèmes ont été rencontrés par les paysans comme le risque d'érosion, l'infestation des parcelles par des adventices, la diminution de la fertilité des sols. La recherche propose un certain nombre de systèmes SCV en vue de résoudre ces problèmes. Quatre systèmes tels riz + *Stylosanthès*, riz + *Arachis*, maïs + niébé + crotalaire + mucuna et maïs + *Vigna* ont été testés pour chaque exploitation agricole. Ainsi, la mesure de l'impact de l'adoption progressive de ces systèmes au niveau parcellaire a constitué l'objectif de la présente étude.

Une modélisation sur 10ans suivie d'une simulation prospective de ces quatre systèmes ont été réalisées afin d'évaluer leur performance économique et leur impact sur le revenu des exploitations agricoles. L'étude a porté sur dix-neuf exploitations agricoles dont quatorze prises dans le réseau de ferme de référence établi par RAZAFIMAHATRA Mamy et al. (2013). Les trois systèmes proposés à base de légumineuses volubiles (niébé et vigna) et pérenne (*Arachis*) sont plus performant économiquement que celui à base de *Stylosanthès*, seul système qui a été diffusé auparavant dans la région. Cependant, l'écart de revenu généré par l'adoption des systèmes SCV diffère d'un paysan à un autre, d'un système à un autre voire même d'une année sur l'autre. Entre les 4 systèmes, ceux à base de légumineuses volubiles ont des effets positifs sur le revenu agricole des exploitations. Pour le cas du système à base de *Stylosanthès*, le revenu agricole pour la majorité des exploitations agricoles n'augmente pas sauf pour les exploitations ayant un moyen économique pour s'investir dans les intrants et les mains d'œuvre. Dans ce cas, une augmentation de 50% et plus peut être obtenue (cas de T7).

La surface agricole utile pour chaque exploitation ainsi que la stratégie de l'exploitant vis-à-vis de la priorisation de culture et de la rotation et assolement adoptés présentent un effet remarquable sur l'augmentation ou non des revenus agricoles. Cependant, les types d'exploitation agricole ayant une possibilité d'innover et de prendre de risques qui ont potentiellement intérêt à adopter ces nouveaux systèmes ne sont pas intéressés à développer l'agriculture. En somme, les exploitations du Moyen-Ouest n'ont pas toutes les mêmes prédispositions pour adopter et pérenniser les systèmes SCV. Des distinctions se créent en fonction des moyens financiers et du foncier que possèdent l'exploitation.

Cette étude nous a permis d'une part de tirer les performances économiques de chaque système SCV proposé ainsi que de mesurer les effets de leur adoption avec de degré différent et d'autre part d'évoquer les systèmes les plus rentables par rapport au système en mode conventionnel et par rapport au système à base de *Stylosanthès* afin de pouvoir les diffuser au niveau des exploitations et de mieux cibler les types d'exploitations agricoles.

BIBLIOGRAPHIE

AFD, CIRAD, FOFIFA, Université d'Antananarivo, TAFA. (2008). Sols tropicaux, Pratiques SCV, Services écosystémiques, Rapport, 38p.

AHMIM Aurélie -Richard et BODOY Axelle. (2009). Caractérisation des exploitations agricoles et mise en place d'un réseau de fermes de référence dans le Vakinankaratra et l'Amoron'i Mania, Madagascar, rapport, 73 p.

ALVAREZ . S. (2007). Interêt de l'introduction des systèmes de culture sous couvert végétal (SCV): approche par la modélisation économique pour les exploitations issues de la Réforme Agraire dans les Cerraods, Brésil, mémoire de fin d'étude, DAA, SupAgro Montpellier, 97p.

Banque mondiale. (2012). SELON LA BANQUE MONDIALE, LA PAUVRETE EXTREME RECULE, MAIS CERTAINS FACTEURS DE VULNERABILITE PERSISTENT. Communiqué de presse n°:2012/297/DEC.

BART Minten, RANDRIANARISOA Jean- Claude, RANDRIANARISON Lalaina. (2003). Agriculture, pauvreté rurale et politiques économiques à Madagascar, Rapport, 107p.

BUTAULT Jean Pierre, DELAME Nathalie, KREBS Stéphane, LEROUVILLOIS Philippe . (1999). La pluriactivité: un correctif aux inégalités du revenu agricole.

E. Penot, O. Deheuvels. Modélisation Economique des Exploitations Agricoles, Rapport.

HELENE Delille. (2011). Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes face aux changements climatiques à Madagascar, AVSF. Rapport; 95p.

HUSSON Olivier, RAKOTONDRAMANANA, ROGER Michellon. (2009). Principes et intérêts du semis direct: Le choix des itinéraires techniques, Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume II. Chapitre 2, 76p.

JEREMIE de Charentenay. (2011). Evaluation socio-économique de l'impact de l'adoption des techniques de semis direct sur couvert végétale sur le revenu des agriculteurs dans le Moyen Ouest de Madagascar (Ankazomiriotra), Rapport Projet RIME-PAMPA, AFD, 24p. CIRAD.

MARIKINDRIANJAFIMPAHIZATO TSIAFARADIA Andry Jeda, RAZAFIMAHATRATRA Hanitriniaina Mamy et ERIC Penot. (2012). Analyse économique sur le réseau de fermes de références (RFR) sur l'adoption de l'agriculture de conservation, rapport, 38p.

QUEINNEC Marie. (2013). Caractérisation et typologie des exploitations agricoles du Moyen Ouest du Vakinankaratra, Madagascar, Rapport; 43p.

RAHARISON Tahina, PENOT Eric et Equipe FAFIALA Ankazomiriotra. (2012). LES ITINERAIRES TECHNIQUES STANDARDS DES SYSTEMES DIFFUSES DANS LE MOYEN OUEST POUR LA REGION VAKINANKARATRA – ZONES FAFIALA ; 36p.

RAKOTOMAMPIONONA Andrianaly Ny Ando. (2013). Evaluation des stocks de carbone et d'azote du sol sous des pratiques agro-écologique et conventionnelle dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra, mémoire de fin d'étude, ESSA-Département Agriculture.

RAZAFIMAHATRATRA Mamy Hanitriniaina, ERIC Penot, Marie QUEINNEC. (2013). Typologie des exploitations agricoles dans le Moyen Ouest de Vakinankaratra, Rapport, .

SEGUY Lucien. (1998). Systèmes de culture durables avec semis direct, protecteurs de l'environnement, dans les régions du Sud Ouest, les Hautes Plateaux et le Moyen Ouest de Madagascar, en petit paysannat, Rapport de mission. CIRAD -CA Brésil.

SEGUY Lucien. (2006). LE SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE (SCV): Une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du Sud, Rapport de mission.

SOREZE Julie, ERIC Penot. (2010). Evaluation de l'impact des systèmes de semis direct sous couvert végétal (SCV) à l'échelle de l'exploitation agricole dans le Moyen Ouest de Vakinankaratra, Madagascar, Mémoire de fin d'étude, SupAgro, 82p.

Yùnez-Naude A. et Taylor. J.E. (2001). The determinants of non- farm activities and incomes of rural households in Mexico, with emphasis on education, World Development, Vol. 29 (3), pp. 561-572.

ANNEXE: Rendement de référence

Tableau 4: Rendement conventionnel de référence

Caractéristiques milieux	Culture	Rendement (T/Ha)
Tanety pauvre (souvent compacté) avec ou sans Striga correspondant aux sommets et aux pentes de tanety	Arachide	0,8
	Pois de terre	0,7
	Manioc	3,0
	Soja	0,7
	Riz pluvial	1,1
	Maïs	0,8
Tanety plus ou moins riche (correspondant aux tanety enrichis, aux bas de pente ou aux baiboho très rare dans la zone)	Riz pluvial	1,5
	Maïs	1,2
	Soja	0,9
	Arachide	1,1
	Pois de terre	0,9
Rizières à mauvaises maîtrises d'eau	Riz irrigué	1,8
Rizières bien irriguées	Riz irrigué	2,2

Source : TAHINA RAHARISON, 2012

ANNEXE : Mode de calcul des indicateurs économiques

Le revenu agricole présenté dans ce rapport est un revenu agricole calculé, dans lequel toutes les productions sont valorisées avant autoconsommation. Dans ce calcul, l'autoconsommation est valorisée au même prix que la vente et incluse dans les dépenses familiales. Le revenu agricole calculé permet de mesurer et comparer l'efficacité économique des exploitations avant autoconsommation.

Tableau 5: Les différentes formules utilisées pour le calcul des indicateurs économiques :

Produits bruts de l'exploitation ou PB en Kar/ha	$PB \left(\text{Kar/ha} \right) = Qtté \left(\text{Kg} \right) * P \left(\text{Kar/kg} \right)$	Qtté = Quantité produite (Kg) P = Prix de vente à la récolte (Kar/Kg)
Marge brute ou MB en Kar/ha	$MB \left(\text{Kar/ha} \right) = PB \left(\text{Kar/ha} \right) - CO \left(\text{Kar/ha} \right) + S \left(\text{Kar/ha} \right)$	CO = Charges Opérationnelles (Kar/ha) S = Subvention (Kar/ha)
Marge nette ou MN en Kar/ha	$MN \left(\text{Kar/ha} \right) = MB \left(\text{Kar/ha} \right) - CS \left(\text{Kar/ha} \right) - FF \left(\text{Kar/ha} \right)$	CS = Charges de structure (Kar/ha) FF = Frais Financiers (Kar/ha)
Revenu Agricole Calculé ou RAC en KAr	$RAC \left(\text{Kar} \right) = \sum MN \left(\text{Kar/ha} \right)$	
Revenu Total Réel ou RTR en KAr	$RTR \left(\text{Kar} \right) = RAC \left(\text{Kar} \right) + RNA \left(\text{Kar} \right)$	RNA = Revenu Non Agricole ou Off Farm (Kar)

- Marge brute (Kar/ha)

$$MB \left(\text{KAr} \right) = PB \left(\text{KAr/ha} \right) - CO \left(\text{KAr/ha} \right)$$

- Production (Quantité produites)

$$P \left(\text{kg} \right) = Rdt \left(\text{kg/ha} \right) \times \text{surface} \left(\text{ha} \right)$$

- Valeur de la production :

$$PB \left(\text{Kar/ha} \right) = Rdt \left(\text{kg/ha} \right) \times \text{Prix} \left(\text{Kar/kg} \right)$$

Convention de calcul sur Olympe

Tout d'abord, pour les surfaces agricoles utilisées, elles ont été calculées selon la base de « 1manaraina² » celle-ci correspond à un travail de charrue mono soc attelé par deux zébus pendant une durée de 4h. Une charrue dans le Moyen Ouest a travaillé une surface environ 10a en une journée. Donc « 1manaraina » est égal à 10a.

Charges opérationnelles : ce sont les charges qui disparaissent dans l'acte de la production. Ce sont les consommations intermédiaires ou les frais variables, incluent intrants agricoles, coûts de motorisation, location de terre, main d'œuvre, salariée temporaire. Les semences sont considérées comme achetées au moment de semis mais à un même prix qu'à la récolte. La plupart des paysans n'achètent pas de fumier dans la zone d'étude.

² « 1 manaraina » terme très utilisée dans le Moyen Ouest de Vakinankaratra

Charges de structure : ce sont les charges correspondant aux charges fixes, qui ne varient pas avec le niveau d'activité et ne disparaissent pas dans l'acte de la production comme le personnel permanent, impôts, location des bâtiments, maintenance du matériel.

ANNEXE: Charges des différents systèmes

Tableau 6 : Charges des différents systèmes

Systèmes		rendement	semence	fumier	NPK	Urée	Insector	Gaucho	MOT	Totale charge
	cultures	(Kg/ha)	(Kg)				(sachets de 4g)		(UTH)	(Ar)
Ts	riz	2110	60	10					180	340 500
	maïs	1780	80		80	30	25			
S1	riz	1500	60						130	414 500
	maïs	1200	80	10	80	30	25			
	niébé	800	80							
S2	riz	1500	60	10					85	121 500
	maïs	1200	80					38		
S3	riz	1500	60	10					155	261 500
	maïs	1700	80			30	25			
	vigna	1000	80							